HANDBUCH
DER MINERALCHEMIE

HANDBUCH
DER
MINERALCHEMIE

bearbeitet von

Prof. Dr. G. d'Achiardi-Pisa, Dr.-Ing. R. Amberg-Schwerte (Ruhr), Dr. F. R. von Arlt-Wien, Geh.-Rat Prof. Dr. M. Bauer-Marburg †, Prof. Dr. E. Baur-Zürich, Hofrat Prof. Dr. F. Becke-Wien, Dr. E. Berdel-Grenzhausen, Prof. Dr. F. Berwerth-Wien †, Hofrat Dr. F. W. von Dafert-Wien, Priv.-Doz. Dr. E. Dittler-Wien, Prof. Dr. M. Dittrich-Heidelberg †, Hofrat Prof. Dr. E. Donath-Brünn, Hofrat Prof. Dr. C. Doelter-Wien, Prof. Dr. L. Duparc-Genf, Betriebsleiter Dr.-Ing. K. Eisenreich-Schindlerswerk bei Bockau i. Sa., Priv.-Doz. Dr. K. Endell-Berlin, Prof. Dr. A. von Fersmann-Moskau, Prof. Dr. G. Flink-Stockholm, Priv.-Doz. Dr. R. von Görgey-Wien †, Dr. M. Goldschlag-Wien †, Prof. Dr. B. Gossner-Tübingen, Prof. Dr. W. Heinisch-Brünn, Prof. Dr. M. Henglein-Karlsruhe, Dr. K. Herold-Wien, Dr. M. Herschkowitsch-Jena, Prof. Dr. A. Himmelbauer-Wien, Dr. H. C. Holtz-Genf, Prof. Dr. O. Hönigschmid-München, Prof. Dr. P. Jannasch-Heidelberg †, Reg.-Rat Dr. L. Jesser-Wien, Prof. Dr. A. Kailan-Wien, Prof. Dr. E. Kaiser-München, Prof. Dr. A. Klemenc-Wien, Prof. Dr. J. Koenigsberger-Freiburg i. Br., Prof. Dr. R. Kremann-Graz, Prof. Dr. St. Kreutz-Krakau, Prof. Dr. A. Ledoux-Brüssel, Priv.-Doz. Dr. H. Leitmeier-Wien, R. E. Liesegang-Frankfurt a. M., Geh.-Rat Prof. Dr. G. Linck-Jena, Obercustos Dr. J. Loczka-Budapest †, Prof. Dr. M. Margosches-Brünn, Dr. R. Mauzelius-Stockholm, Prof. Dr. W. Meigen-Freiburg i. Br., Prof. R. J. Meyer-Berlin, Prof. Dr. St. Meyer-Wien, Dr. H. Michel-Wien, Prof. Dr. L. Moser-Wien, Prof. Dr. R. Nasini-Pisa, Prof. Dr. F. Paneth-Hamburg, Dir. Dr. K. Peters-Oranienburg-Berlin, Prof. Dr. W. Prandtl-München, Hofrat Prof. Dr. R. Pribram-Wien, Prof. Dr. G. T. Prior-London, Prof. Dr. K. Redlich-Prag, Dr. R. Rieke-Charlottenburg, Prof. Dr. A. Ritzel-Jena †, Prof. Dr. J. Samojloff-Moskau, Prof. Dr. R. Scharizer-Graz, Dr. M. Seebach-Leipzig, Prof. Dr. Hj. Sjögren-Stockholm, Prof. Dr. F. Slavík-Prag, Prof. Dr. E. Späth-Wien, Prof. Dr. H. Stremme-Berlin, Prof. Dr. St. J. Thugutt-Warschau, Prof. Dr. St. Tolloczko-Lemberg, Hofrat Prof. Dr. G. v. Tschermak-Wien, Prof. Dr. P. v. Tschirwinsky-Nowo-Tcherkassk, Direktor Dr. C. Ulrich-Joachimstal, Dr. R. Vogel-Göttingen, Prof. Dr. J. H. L. Vogt-Trondhjem, Hofrat Prof. Dr. R. Wegscheider-Wien, Prof. Dr. F. Zambonini-Turin, Dr. E. Zschimmer-Jena

herausgegeben

mit Unterstützung der Akademie der Wissenschaften in Wien

von

HOFRAT PROF. DR. C. DOELTER

Vorstand des Mineralogischen Instituts an der Universität Wien

VIER BÄNDE

MIT VIELEN ABBILDUNGEN, TABELLEN, DIAGRAMMEN UND TAFELN

DRESDEN UND LEIPZIG
VERLAG VON THEODOR STEINKOPFF
1921

HANDBUCH
DER
MINERALCHEMIE

Unter Mitwirkung von zahlreichen Fachgenossen

herausgegeben

mit Unterstützung der K. Akademie der Wissenschaften in Wien

von

HOFRAT PROF. DR. C. DOELTER

Vorstand des Mineralogischen Instituts an der Universität Wien

BAND II

Dritter Teil

Silicate dreiwertiger Metalle

MIT 6 ABBILDUNGEN

DRESDEN UND LEIPZIG

VERLAG VON THEODOR STEINKOPFF

1921

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

VORWORT.

Durch den Krieg und noch mehr durch die Wirren der Nachkriegszeit ist die Herausgabe der Mineralchemie bedauerlicherweise ins Stocken geraten und es war sogar die weitere Fortsetzung des Werkes zweifelhaft. Nur durch eine neuerliche Subvention der Wiener Akademie der Wissenschaften sowie durch die Opferwilligkeit des Verlegers Herrn Theodor Steinkopff ist es möglich gewesen, das Werk weiterzuführen und hoffentlich wird es auch gelingen, dasselbe in rascher Folge zu vollenden. Immerhin ist die nicht zu umgehende Verlangsamung im Erscheinen ein bedauerlicher Schaden für das Werk. Auch ist die auswärtige Literatur nicht in dem Maße mehr zugänglich wie früher und so kämpft der Herausgeber immer noch mit großen Schwierigkeiten. Er bittet daher um die Nachsicht der Benützer des Werkes, namentlich was das langsame Erscheinen der einzelnen Lieferungen anbelangt.

Mit diesem Hefte schließt der zweite Band und dadurch ist nun der wichtigste Abschnitt „die Silicate" beendet.

Der Herausgeber dankt den Fachgenossen, welche ihn auf Verbesserungen und Druckfehler aufmerksam gemacht und ihn durch Anregungen und Vorschläge unterstützt haben.

Wien, August 1921.

C. DOELTER.

Inhaltsverzeichnis.

Kalkzeolithe.

Von **C. Doelter** (Wien).

Die Zeolithe, über welche in Bd. II, Abt. 1, S. 93 einiges mitgeteilt wurde, zerfallen in Natrium-Kalium-Zeolithe, dann in Calcium und Barium-(Strontium)-Zeolithe und Manganzeolithe. Die ersten wurden bereits früher betrachtet. Die Bariumzeolithe sind selten, während die Calciumzeolithe die in der Natur am häufigsten auftretenden sind.

Die Zahl derselben, welche jetzt näher zu betrachten sein werden, ist keine geringe. Es erscheint daher am Platze, einige allgemeine Bemerkungen über diese Gruppe der Spezialbetrachtung vorangehen zu lassen.

Allgemeines über Zeolithe.

Den Namen haben diese Mineralien von ihrer durch Cronstedt zuerst aufgefundenen leichten Schmelzbarkeit. Eine zweite charakteristische Eigenschaft ist die durch C. Bergmann konstatierte leichte Zersetzbarkeit durch Säuren. Andere gemeinschaftliche, sehr hervorstechende Eigenschaften sind ihr Verhalten bei der Erhitzung. Im Gegensatz zu den Hydraten verlieren sie ihr Wasser bei Temperatursteigerung nicht diskontinuierlich, wie dies für die Hydrate maßgebend ist, sondern ähnlich wie die Kolloide allmählich und kontinuierlich. Dies wurde von F. Rinne[1]) u. G. Friedel[2]) entdeckt.

Geschichtliches.

Malaguti und A. Durocher[3]) konstatierten einerseits, daß trüber Laumonit Wasser verloren habe und daß, wenn er wieder Wasser aufnimmt, er wieder durchsichtig wird.

A. Damour[4]) konstatierte, daß in einer trockenen Atmosphäre Zeolithe ebenso Wasser wie beim Erhitzen verlieren. Ferner wies er nach, daß teilweise entwässerte Zeolithe ihr Wasser wieder aufnehmen können, wenn sie in feuchter Luft liegen. Er war der Ansicht, daß die Leichtigkeit, mit welcher der Wasserverlust vor sich geht, in direktem Verhältnisse zu dem Äquivalente des enthaltenen Wassers steht.

Andererseits waren Sartorius v. Waltershausen und Ch. Sainte Claire Deville der Meinung, daß die Zeolithe Hydrate der Feldspate seien.

---

[1]) F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1897, II, 30.
[2]) G. Friedel, Bull. Soc. min. **19**, 46 (1896).
[3]) Malaguti u. A. Durocher, Ann. d. mines **9**, 325 (1846).
[4]) A. Damour, Ann. chim. et phys. **43**, 438 (1858).

Allgemein wurde ein Teil des Wassers, welcher bei niederen Temperaturen entweicht, für Kristallwasser angesehen, während der bei hoher Temperatur entweichende als Konstitutionswasser betrachtet wurde.

Neue Ideen entwickelte C. Hersch.[1]) Er teilt eine Ansicht von E. P. Treadwell mit, welcher für Silicate eine Tonkieselsäure annimmt. Anknüpfend an diese ist er der nicht bewiesenen Anschauung, daß in den Zeolithen ein Teil des Wassers an Aluminium gebunden sei, und zwar, das über 250° abgespaltene, während der andere Teil, welcher erst unter 250° austritt, an Kieselsäure, bzw. an Silicium gebunden wäre. Die Zeolithe enthalten daher kein Kristallwasser, auch das Wasser, welches unter 100° entweicht, ist als OH an Silicium gebunden.

W. Fresenius untersuchte den Phillipsit. Er faßte diesen und den Desmin als isomorphe Mischungen zweier Silicate mit verschiedenem Kieselsäuregehalt auf, und vergleicht sie mit den Formeln der Feldspate.

W. Fresenius[2]) hat auch den Wassergehalt des Phillipsits geprüft bei Temperaturen zwischen 20 und 200° und zum Schluß bei Rotglut. Bei etwa 150° fangen alle Phillipsite an trübe zu werden, womit sie die Fähigkeit verlieren, Wasser aufzunehmen. Im allgemeinen stellt W. Fresenius den Satz auf, daß der Wassergehalt beim Steigen der Temperatur stetig abnimmt, beim Sinken derselben stetig zunimmt und daß sich bei jeder Temperatur ziemlich rasch das konstante, nur ihr entsprechende Verhältnis von Wasser und wasserfreier Substanz herstellt.

Aus diesen Versuchen ging hervor, daß die betreffenden Zeolithe kein Konstitutionswasser enthalten können.

E. Mallard[3]) stellte zuerst den Vergleich mit einem Schwamm auf.

P. Jannasch[4]) nahm sowohl Kristallwasser als auch Konstitutionswasser an. Immerhin stellte er fest, daß der Wasserverlust der Zeolithe über Schwefelsäure oder Chlorcalcium kein hygroskopisches Wasser trifft, was später durch F. Rinne bewiesen wurde, welcher nachwies, daß Zeolithe beim Behandeln im Chlorcalcium-Exsikkator auch optische Veränderungen erleiden (vgl. S. 4).

J. Lemberg[5]) stellte fest, daß der Unterschied zwischen Kristallwasser und Konstitutionswasser in Zeolithen, wie bis dahin dargelegt wurde, nicht begründet sei.

L. G. Eakins[6]) stellte fest, daß im Ptilolith die Unterscheidung beider Arten von Wasser nicht durchführbar sei. Siehe ferner die Ansichten G. Tschermaks und meine eigenen S. 11 u. S. 12.

Auch A. Hamberg[7]) hat sich über das Wasser der Zeolithe und speziell über den Manganzeolith Ganophyllit geäußert. Er hat speziell in letzterem Falle nachgewiesen, daß der Wassergehalt abhängig ist von der Temperatur und dem Partialdruck des Wasserdampfs in der umgebenden Atmosphäre. Wenn man die Temperatur erhöht oder den Druck des Wasserdampfs ver-

[1]) C. Hersch, Inaug.-Diss. Zürich 1887. Ref. Z. Kryst. **17**, 216 (1890).
[2]) W. Fresenius, Z. Kryst. **3**, 25 (1879).
[3]) E. Mallard, Bull. Soc. min. **5**, 225 (1882).
[4]) P. Jannasch, N. JB. Min. etc. 1883, II, 260 und 1884, II, 206. Vgl. auch C. Bodewig in C. Hintze, Z. Kryst. **8**, 611 (1884).
[5]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 981 (1885).
[6]) Siehe bei Ch. Whitmann Cross, Am. Journ. **39**, 17 (1886).
[7]) A. Hamberg, Geol. För. Förh. **12**, 567 (1890); Z. Kryst. **20**, 392 (1892). In einer späteren Arbeit bezeichnet A. Hamberg das Wasser als gelöstes oder „dilutes". Svensk. Kemisk. Tidskrift 1900, 103; Z. Kryst. **36**, 193 (1902).

mindert, gibt das Mineral Wasser ab und zwar nicht mit konstanter, sondern mit rasch abnehmender Schnelligkeit. Der Gleichgewichtszustand, in welchem kein Wasser mehr abgegeben wird, scheint, wenn man nicht bis zu sehr hohen Temperaturen erhitzt, erst nach längerer Zeit einzutreten. Umgekehrt, wenn man das bei nicht zu hoher Temperatur getrocknete Mineral der feuchten Luft aussetzt, wird das Wasser wieder absorbiert.

Daher läßt sich das Wasser weder als hygroskopisches noch als Kristallwasser deuten. Er meint schließlich, daß im Ganophyllit das Wasser chemisch gebunden sei. Wie man sieht, hat A. Hamberg zu jener Zeit nicht das richtige Resultat aus seinen richtigen Beobachtungen schließen können.

Wir gelangen jetzt zu den neueren Arbeiten von G. Tammann, F. Rinne, G. Friedel und anderen, welche die heute fast allgemein angenommene Deutung des Wassers der Zeolithe begründet haben.

Arbeiten von G. Tammann.[1]

Dieser Forscher hat nach einer besonderen Methode den Wasserverlust der Zeolithe studiert und ist zu dem Resultate gekommen, daß der Wasserverlust ein diskontinuierlicher ist.

G. Tammann benutzte ein dem von J. M. van Bemmelen zuerst angewandten ähnliches Verfahren. In kleinen Glaseimerchen wurden die Substanzen an den Stöpseln von gut verschließenden Flaschen über Schwefelsäurelösungen verschiedener Konzentration aufgehängt und ab und zu gewogen. Die Flaschen wurden in einem mit Filz ausgeschlagenen Kasten bei 18—20° verwahrt. Es ergaben sich stark schwankende Wassermengen beim Erhitzen, was davon herrührt, daß die früheren Analytiker außer acht gelassen hatten, ihr Material mit Wasserdampf zu sättigen.

G. Tammann hat diesen Fehler dadurch vermieden, daß er die Wasserbestimmungen durch Glühen des mit Wasserdampf ins Gleichgewicht gekommenen Materials ausgeführt hat. Das Ausgangsmaterial muß einen bestimmten und einheitlichen Wassergehalt haben, bevor man zu dem eigentlichen Versuch schreitet. Zu diesem Zwecke wurde es 8—14 Tage über einprozentiger Schwefelsäure verwahrt.

Die Tension nimmt bei den anfänglichen Wasserverlusten langsamer ab, als bei den nachfolgenden. Bei weiteren Wasserverlusten wird die Abnahme der Dampfspannung wieder etwas geringer. Beim Trocknen ändert sich bei Zeolithen der Wassergehalt kontinuierlich mit der Temperatur und gleichen die Zeolithe darin dem Holz, Eiweiß, der Ackererde.

Es ergab sich, daß der Wasserdampfdruck kontinuierlich sich mit der Zusammensetzung ändert. Es verhalten sich diese Stoffe, ähnlich wie das Gel der Kieselsäure nach den Bestimmungen von J. M. van Bemmelen.[2]

Die Arbeiten von F. Rinne und G. Friedel.

F. Rinne hatte bereits 1899 konstatiert, daß bei den Zeolithen kein sprunghafter Wasserverlust bei bestimmten Temperaturen stattfindet, wie dies bei Hydraten der Fall ist, sondern daß sie bei steigender Temperatur konti-

[1]) G. Tammann, Z. f. phys. Chem. **27**, 325 (1897) u. Ann. d. Phys. **63**, 16 (1897).
[2]) J. M. van Bemmelen, Z. anorg. Chem. **13**, 233 (1896).

nuierlich ihr Wasser verlieren. Es stellten sich bei Desmin je nach dem Wärmegrad und der Wasserführung der Umgebung bestimmte Gehalte an Wasser als Ausdruck von Gleichgewichtszuständen ein, ohne daß im allgemeinen einfach multiple Molekularverhältnisse vorlagen.

Zu ganz entsprechenden Resultaten kam G. Friedel für Analcim, Heulandit, Chabasit und Harmotom, daher er den Schluß zog, daß das Wasser der Zeolithe nicht chemisch gebunden sei, sondern sich wie in einem Schwamm aufgesaugt fände.

G. Friedel führte auch Untersuchungen über die Wiederaufnahme des Wassers in feuchter Luft bei entwässerten Zeolithen an. Analcim und Chabasit, welche erhitzt worden waren, nehmen in feuchter Luft ihr Wasser allmählich wieder auf. Wir haben daher sowohl Entwässerungskurven bei Temperatursteigerung, als auch Wässerungskurven bei abnehmender Temperatur zu beachten. Die Wasseraufnahme beginnt bei entwässerten Zeolithen bei jener Temperatur, bei welcher bei Erhitzung der wasserhaltigen Verbindung die Wasserabgabe beginnt (100°).

Der Wassergehalt bei einer bestimmten Temperatur hängt ab von der Spannung des Wasserdampfs der umgebenden Luft.

Das Gleichgewicht wird um so rascher erreicht, je höher die Temperatur ist, bei niederen Temperaturen werden die Gleichgewichte viel langsamer erreicht, als bei höheren.

Daher haben Zeolithe die Eigenschaft, ihr Wasser in feuchter Luft, nachdem sie durch Erhitzen ihr Wasser verloren haben, wieder aufzunehmen. Bei sehr hoher Erhitzung verlieren sie allerdings diese Eigenschaft. Es hat sich ferner herausgestellt, daß man das Wasser durch andere Stoffe ersetzen kann, so durch Alkohol, Äther, Schwefelkohlenstoff, Benzol und andere flüchtige Stoffe. Später hat man[1]) auch gefunden, daß sogar schwere Stoffe, wie Jod, Brom, Calomel (HgCl), Quecksilber, Schwefelquecksilber, das Wasser in manchen Zeolithen ersetzen können.

Endlich sei noch auf eine weitere Eigenschaft dieser merkwürdigen Mineralien aufmerksam gemacht, auf die leichte Austauschbarkeit ihrer basischen Bestandteile. So kann Natron durch Kali, Kalk und umgekehrt Kalk durch Kali, Natron umgetauscht werden. Diese Eigenschaft wurde zuerst durch J. Lemberg[2]) studiert und hat später zur Erzeugung zahlreicher künstlicher Zeolithe geführt, welche technische Wichtigkeit besitzen[3]) (vgl. S. 11).

Ferner hat F. Rinne[4]) konstatiert, daß bei dem Abbau, bei der Zersetzung der Zeolithe durch Säuren, unter Erhaltung der Form eigentümliche Pseudomorphosen von Kieselsäure nach den behandelten Zeolithen entstehen.

Auch wurde speziell bei Analcim konstatiert, daß das Volumen bei der Wasserentziehung sich vermindert. Die Kontraktion nimmt jedoch nach vollkommener Verdrängung des Wassers aus dem Mineral noch zu.

Mit der Wasserentziehung bei Temperatursteigerung verändern sich die optischen Eigenschaften, wie G. Friedel bei Analcim konstatierte. Genaue Untersuchungen darüber hat nach E. Mallard besonders F. Rinne[5]) am

[1]) F. Grandjean, Bull. Soc. min. **33**, 5 (1910).
[2]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 559 (1887).
[3]) F. Singer, Inaug.-Diss. (Berlin 1910).
[4]) F. Rinne, Fortsch. d. Min. **3**, 171 (1913).
[5]) F. Rinne, Fortschr. d. Min. etc. **3**, 166 (Jena 1913).

Heulandit durchgeführt, ebenso bei Desmin, Skolezit, Gismondin und anderen Zeolithen. Die Änderungen sind allmähliche. Bei Desmin fand er, daß die optischen Achsen viermal die Nullage passierten und sich dann wieder in einer anderen Ebene öffneten. Allerdings fällt die Einachsigkeit annähernd, wie A. Beutell u. K. Blaschke[1]) betonen, welche bezüglich des Desmins (vgl. unten S. 8) einer der jetzt angenommenen gegensätzlichen Ansicht sind, mit einem Wassergehalte von fünf, vier, drei und zwei Molekülen zusammen.

F. Rinne[2]) betont, daß dadurch bewiesen wird, daß allmählich ein Kristallsystem in ein anderes durch allmähliche Annäherung an höhere symmetrische Verhältnisse und schließliches Erreichen dieses Baues übergeht.

Bei den Metadesminen ist es wahrscheinlich, daß in den beiden Parallelreihen des Wassergehalts und der optischen Umstände korrespondierende singuläre Punkte bestehen, wie oben bemerkt wurde.

Singuläre physikalische Verhältnisse wären also mit singulären chemischen Umständen verknüpft.

In seiner neuesten Arbeit spricht F. Rinne die Meinung aus, daß man sich ein Sinnbild „all dieser merkwürdigen Umstände kristallographisch-chemischen Abbaues bei Zeolithen durch Wasserentziehung am ehesten wird machen können, wenn die Vereinigung des Silicats mit dem gesamten Wasser des Minerals als feste Lösung aufgefaßt wird“.

Arbeiten von F. Zambonini.[3])

F. Zambonini hat eine Anzahl von Zeolithen, insbesondere an Heulandit, Desmin, Epistilbit, Natrolith, Phillipsit, Skolezit, Mesolith und Thomsonit bezüglich ihrer Entwässerung untersucht. Auch die optischen Veränderungen wurden im Zusammenhange mit der Wasserentziehung erforscht. Er ist der Ansicht, daß die Zeolithe als Adsorptionsverbindungen, ähnlich wie Kieselsäuregele zu betrachten sind. Sie können weder Kristall- noch Konstitutionswasser enthalten, sondern die Frage ist die, ob es sich um gelöstes oder adsorbiertes Wasser handelt. Er ist der Ansicht, daß seine Beobachtungen am Heulandit sich durch die Micellarstruktur erklären lassen,[4]) besonders die sprunghaften Veränderungen der Adsorptionsgeschwindigkeit und die Adsorptionsfähigkeit. Diese Veränderungen sind innerhalb gewisser Grenzen von der abgegebenen Wassermenge nahezu unabhängig, dagegen hängen sie von der Erhitzungstemperatur und -dauer ab. Der Prozeß der Wiederaufnahme des Wassers besteht, wie J. M. van Bemmelen meint, bei einem mehr oder weniger entwässerten Gel, in der Adsorption von Wasser durch die Wände der Micelle und in der Ausfüllung der Micellarräume, welche durch die Entwässerung leer geworden sind, durch Wasser.

Bei Heulandit, wie bei dem Gel, wird die Adsorptionsfähigkeit zuerst durch die höhere Temperatur vermindert und endlich aufgehoben, so daß der

---

[1]) A. Beutell u. K. Blaschke, ZB. Min. etc. 1915, 4.
[2]) F. Rinne, Fortschr. d. Min. etc. 3, 166 (Jena 1913).
[3]) F. Zambonini, Atti R. Acc. Napoli 1908, 88; dann R. Acc. d. Linc. **18**, I, 67 (1909). Ref. Z. Kryst. **49**, 100 und 209 (1911).
[4]) Auf diese Struktur machte zuerst O. Bütschli aufmerksam, Verh. mediz.-naturh. Vereins, Heidelberg N. F. **6**, 1287 (1900).

Körper nur das Wasser wieder aufnehmen kann, welches die leeren Räume erfüllt, solange solche vorhanden sind.

Je höher die Temperatur ist, je mehr wird das Absorptionsvermögen der Wände vermindert und dann vernichtet. Die Zahl der leeren Räume nimmt mit der Temperatursteigerung und der Erhitzungsdauer fortwährend ab. Daher können sich, wie bei Heulandit bei derselben Temperatur, aber bei verschiedener Erhitzungsdauer große Abweichungen in der Adsorptionsgeschwindigkeit und dem Absorptionsvermögen zeigen. Es ist dies eine Folge der Tatsache, daß, je größer die Erhitzungsdauer, um so kleiner das Volumen des Heulandits wird. Es stimmt dies mit der Beobachtung von G. Friedel beim Analcim überein, dessen Dichte durch fortgesetztes Erhitzen von 2,141 auf 2,437 steigt.

Die Erhitzung bei relativ hoher Temperatur verändert nicht nur das Adsorptionsvermögen der Micellarwände, sondern sie bedingt auch eine Volumverminderung.

O. Bütschli erklärt durch die Micellarstruktur auch die Ersetzbarkeit des Wassers durch andere Substanzen, welche früher (vgl. S. 4) angegeben wurde. Dasselbe findet bei Kieselsäuregel und dem Tabaschir statt.

Auch die Tatsache, daß die Entwässerungsversuche verschiedener Forscher abweichende Resultate zeigen, läßt sich durch minimale Unterschiede in den Bildungsbedingungen, welche genügen, um merkliche Differenzen in der Struktur und in dem Adsorptionsvermögen der Wände zu bedingen, erklären.

F. Zambonini weist dann darauf hin, daß zwischen Kolloiden und kristallisierten Körpern Zwischenstufen angenommen werden; daher können auch letztere sich ähnlich verhalten, wie Kolloide.

U. Panicchi[1]) bekämpft die Ansichten F. Zamboninis. Er hat Versuche ausgeführt, um die Veränderung der Auslöschungsschiefe und der Achsendispersion bei zunehmender Temperatur und Wassergehalt zu bestimmen, doch beziehen sich diese Versuche nicht auf Zeolithe, so daß seine Einwände mehr theoretischer Natur sind.

Siehe auch die Ansichten von E. Baschieri,[2]) welcher vier Gruppen von Zeolithen annimmt, nämlich solche, welche nur Konstitutionswasser enthalten, solche, die eine kleine Menge desselben aufweisen, dann jene, welche nur Kristallwasser enthalten und solche, bei welchen eine Bestimmung bzw. Unterscheidung nicht möglich ist.

Auch J. Morozewicz[3]) hat gelegentlich der Untersuchung des Stellerits einige Bemerkungen über die Zeolithe angeschlossen. Aus der Eigenschaft, daß verschiedene Zeolithe sich in bezug auf ihre Entwässerungs- und Regenerationsfähigkeit verschieden verhalten, schließt er, daß diese Prozesse von der Molekularstruktur und der chemischen Zusammensetzung abhängig seien.

Er hat dann die Löslichkeit diverser Zeolithe in verdünnter Salzsäure, je nach dem sie von verschiedenen Alumosäuren ableitbar sind, bestimmt.

Untersuchungen von E. Sommerfeldt.[4])

Dieser Forscher hat es versucht, festzustellen, ob die Gesetze der Thermodynamik auf Zeolithe anwendbar seien. Von der Formel

[1]) U. Panicchi, R. Istit. di Studii (Florenz 1908); Z. Kryst. **49**, 209 (1911).

[2]) E. Baschieri, Atti Soc. Toscana Sc. nat. (Pisa 1908). Ref. Z. Kryst. **49** 201 (1911).

[3]) J. Morozewicz, Bull. Acad. Krakau, Juli 1909, 244; Z. Kryst. **50**, 605 (1912).

[4]) E. Sommerfeldt, Habilit.-Schrift (Tübingen 1902).

$$U = -RT^2 \frac{d\left(\ln \frac{c'}{c}\right)}{2T}$$

ausgehend, kommt er schließlich zu der Formel:

$$U = +4{,}584 \log \frac{C_1 - C_2}{C_1 \cdot C_2} \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \text{ cal.}$$

Die Wärmetönung U wurde kalorimetrisch bestimmt. C_1 und C_2 sind die in der Volumeinheit okkludierten Wassermengen bei zwei Temperaturen T_1 und T_2. U ist die Bindungswärme.

Aus den erhaltenen Zahlen ergab sich eine nicht unbedeutende Differenz, welche zeigt, daß die genannte Formel nicht anwendbar ist und daraus schließt E. Sommerfeldt, daß die Zeolithe dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik nicht gehorchen, daher keine festen Lösungen vorliegen, sondern Adsorptionen.

Ansichten von A. Johnsen.[1]

A. Johnsen bemerkt bei Besprechung der Arbeiten von E. Sommerfeldt u. a., daß vielleicht ein prinzipieller Unterschied zwischen der Wasserabgabe der Zeolithe und jener der normalen Hydrate nicht anzunehmen sei, daß vielmehr die Wasserabgabe auf zwei Struktureigentümlichkeiten zurückzuführen sei: Daß das Netz der Silicatmoleküle den Wassermolekülen freien Durchgang gestatte, und daß dasselbe bei Wasserverlust einen Einsturz des Kristallgebäudes und eine aggregatförmige Orientierung der Salzmoleküle in die abweichende Anhydridstruktur erfahre.

Untersuchungen von E. Löwenstein.

E. Löwenstein[2]) stellte eine eingehende Untersuchung über die Hydrate, deren Dampfspannung sich kontinuierlich mit der Zusammensetzung ändert, an. Diese Untersuchungen beziehen sich nicht nur auf Zeolithe, sondern auf andere Hydrate, wie Kieselsäuren und verschiedene Salze. Als Resultate seiner Arbeiten ergibt sich folgendes:

Die Dampfdrucke wurden in ihrer Abhängigkeit vom Wassergehalte bestimmt und gefunden, daß bei diesen die Dampfspannungen mit abnehmendem Wassergehalte kontinuierlich sinken. Dies wurde namentlich an den Zeolithen Chabasit, Desmin und Heulandit, sowie an künstlichen Zeolithen, welche durch Basenaustausch erhalten worden waren, erprobt. Bei der Substitution des Calciums durch Kalium in diesen Zeolithen nahm der Wasserinhalt ab, während die Dampfspannung stets wuchs. Die Reihenfolge Chabasit, Desmin und Heulandit blieb sowohl in den Wassergehalten, wie auch in den Dampfspannungskurven erhalten, so daß Calcium-Chabasit und Kalium-Chabasit den größten Wassergehalt und die höchsten Dampfdrucke aufweisen. Bei der Rückbildung der Calcium-Zeolithe stellte es sich heraus, daß diese künstlichen Zeolithe mit den natürlichen identisch waren, da sowohl die Wassergehalte, als auch die Dampfspannungen bei gleichen Wassergehalten sich nicht unterscheiden.

---

[1]) A. Johnsen, N. JB. Min. etc. 1903, II, 130.
[2]) E. Löwenstein, Z. anorg. Chem. **63**, 69 (1909).

Es wurde am Desmin gezeigt, daß die Wassergehalte und Dampfspannungen von den Basen abhängig sind, durch die man die ursprünglich vorhandenen Basen substituiert.

E. Löwenstein untersuchte auch die Geschwindigkeit, mit der sich das Gleichgewicht zwischen dem Dampfe und den Schwefelsäurelösungen herstellt und fand, daß dieselbe im allgemeinen größer ist als bei den Verbindungen, bei welchen der Dampfdruck sich diskontinuierlich mit der Wasserabgabe ändert. Die Geschwindigkeiten stehen in unmittelbarem Zusammenhange mit der Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser aus dem Inneren des Hydrats nach der Oberfläche diffundiert. Die Diffusionsgeschwindigkeit ist bei Zeolithen und Tonen besonders groß. Die Korngröße übt bei solchen Hydraten, bei welchen die Dampfspannung sich kontinuierlich mit dem abnehmenden Wassergehalte ändert, keinen großen Einfluß aus, im Gegensatz zu denen, deren Dampfdruck sich bei der Entwässerung diskontinuierlich ändert.

Es wurden auch Versuche bezüglich der Wiederwässerung ausgeführt. Die Zeolithe nehmen, wenn auch mit geringerer Geschwindigkeit, das abgegebene Wasser wieder auf, wenn man die über Schwefelsäurelösungen höherer Konzentration entwässerten Stoffe über Schwefelsäurelösungen geringerer Konzentration bringt. Man erhält die bei der Entwässerung erhaltenen Wasserverluste wieder. Demnach sind Entwässerung und Wiederwässerung reversible Vorgänge.

Die Form der Dampfspannungskurven für die kristallisierten hierher gehörigen Stoffe ist verschieden von jener für amorphe Hydrate. Bei den kristallisierten derartigen Hydraten ist der Differentialquotient $\frac{d^2p}{dc}$ positiv.

Erwähnt sei noch, daß G. Bodländer[1]) die Zeolithe mit Adsorptionen vergleicht. E. Mallard[2]) vergleicht sie mit einem Schwamm. O. Bütschli nimmt wie bei Tabaschir eine äußerst feinwabige Struktur an und vergleicht auch damit die Struktur der Zeolithe. Ich habe bereits 1905 die Zeolithe den Adsorptionen gleichgestellt.[3])

F. Rinne bemerkt übrigens in seiner letzten Arbeit, daß für molekulare feste Lösungen und für Adsorptionserscheinungen keine scharfen Grenzen und mithin keine ausschlaggebenden Kennzeichen bestehen: beide gehen ineinander über.

Einfluß der Oberfläche. Bei der Entwässerung zeigte sich, daß bei Zeolithen bei Anwendung gröberen oder feineren Pulvers für die Dampfspannung sich verschiedene Resultate ergeben. Daher sind die Entwässerungskurven für beide Teile verschieden. Demnach spielt also die Oberfläche eine Rolle.

Auf diesen Umstand baut in neuester Zeit A. Beutell seine den bisherigen Anschauungen entgegengesetzte Theorie auf.

Ansichten von A. Beutell und K. Blaschke.[4])

Als dritten Faktor bei der Wasserabgabe der Zeolithe stellten die Genannten noch die Kohäsion, neben der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit. Die

[1]) G. Bodländer, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 12, 52 (1898).
[2]) E. Mallard, Bull. Soc. min. 5, 255 (1882).
[3]) C. Doelter, Physik.-chem. Mineralogie (Leipzig 1905), 179.
[4]) A. Beutell u. K. Blaschke, ZB. Min. etc. 4, 142 u. 195 (1915).

kontinuierlichen Entwässerungskurven erklären sich dadurch, daß bei einer bestimmten Temperatur infolge der Verzögerung, durch die Kohäsion im Inneren der Massenteilchen das erste Molekül das zweite absieden würde. Die Wässerungskurven würden falls diese Annahme richtig wäre, bei chemischer Bindung des Wassers, weil der Einfluß der Molekularattraktion ausgeschaltet ist, zickzackförmig verlaufen, also, wie bei gewöhnlichen Hydraten eine Treppenkurve darstellen müssen.

Um dies zu prüfen, wurden mit Desmin Versuche ausgeführt. In einem Kellerraum, der eine ziemlich konstante Temperatur von 17° aufwärts aufwies, ergab sich in 87 Stunden eine zuerst steil, dann mehr horizontal verlaufende Entwässerungskurve, doch war die Entwässerung noch nicht beendet. Bei 100° im Vakuum wurde das Gleichgewicht nach bereits 53 Stunden erreicht (siehe Fig. 1). Bei weiteren Versuchen wurde die Entwässerung bei 200° begonnen, doch wurde die Temperatur gesteigert, als sich nur noch wenig Wasserdampf entwickelte. Der letzte Rest des Wassers trat im Vakuum bei 470° aus, während bei gewöhnlichem Atmosphärendruck dies erst in der Glühhitze geschah.

Während nun die Entwässerung nicht auf einfache stöchiometrische Verhältnisse führt, führt die Wässerung entwässerten Desmins zu bestimmten Hydraten.

Fig. 1.

Fig. 2.

Da vollkommen entwässerter Desmin sich nicht wieder wässern läßt, so wurde die Entwässerung bei 150—170° im Vakuum durchgeführt, wobei 12—14 % Wasser ausgetrieben wurden. Bei einem zweiten Teil des Versuchs waren 15—17 % Wasser ausgetrieben worden. Dieses Pulver wurde in einen elektrischen Röhrenofen gebracht, und während des Erhitzens feuchte Luft über das Pulver geleitet.

Es ergab sich die Kurve Fig. 2.

Der umgekehrte Vorgang, die Wässerung, führt also auf andere Resultate als die Entwässerung.

Nach den Versuchen der Genannten würde der Desmin nicht weniger als vierzehn verschiedene Hydrate bilden. Dieses Resultat ist sehr unerwartet und ist à priori allerdings nicht sehr wahrscheinlich, da solche Fälle ja bisher nicht bekannt waren. Es muß daher immer noch die Möglichkeit offen bleiben, ob die Versuchszahlen nicht etwa eine andere Deutung zulassen könnten.

Der von A. Beutell u. K. Blaschke aufgestellte Satz, daß das Wasser des Desmins chemisch gebunden ist und daß vierzehn verschiedene Hydrate desselben existieren, wird daher noch nicht endgültig anzunehmen sein und noch weniger wird man die Zeolithe allgemein als Verbindungen mit Kristallwasser annehmen.

In einer späteren Arbeit haben dieselben Forscher[1]) versucht, die Frage zu entscheiden, ob es überhaupt kristallisierte Stoffe geben kann, welche gelöstes oder adsorbiertes Wasser führen. Sie besprechen die hier angeführten Arbeiten. Aus den Arbeiten von F. Rinne glaubt A. Beutell nicht den Beweis erhalten zu können, daß im Heulandit das Wasser gelöst oder absorbiert sei.

Auch die Versuche von G. Friedel sind für sie nicht beweiskräftig. Sie meinen, daß auch bei diesen Versuchen der kontinuierliche Verlauf der Entwässerungskurven wahrscheinlich eine durch die Kohäsion bewirkte Täuschung ist, die dadurch zustande kommt, daß sich gleichzeitig mehrere Hydrate zersetzen. Nur der umgekehrte Versuch, die Sättigung mit Wasserdampf, könnte, falls sich dann kontinuierliche Kurven ergeben würden, eine Grundlage für die Schwammtheorie abgeben.

Auch die G. Tammannschen Versuche lassen sich nach diesen Verfassern anders deuten. Sie berechnen in Molekülzahlen den Wassergehalt der mit Feuchtigkeit gesättigten Zeolithe und fanden bei mehreren ganze Zahlen. Sie sind der Ansicht, daß auch bei der Dampfspannung die Molekularattraktion eine Rolle spielt. Da bei der Entwässerung stets mehrere feste Phasen vorhanden sind, so ergeben sich kontinuierliche Kurven, welche sich aus der Überlagerung verschiedener nebeneinander verlaufender Zersetzungen erklären lassen.

Es ist gleichgültig, ob man den Entwässerungsvorgang als Funktion der Zeit, der Temperatur oder der Tension darstellt. Der Verlauf wird nahezu derselbe sein, weil höhere Temperatur ähnlich wirkt, wie trockene Luft. Die Entwässerung schreitet um so rascher vor sich, je höher die Temperatur und je weniger feucht die umgebende Luft ist. Auch bei den von G. Tammann angeführten Fällen soll es sich also um bestimmte Hydrate handeln.

Aus den vorhin angeführten Gründen erscheinen nach Ansicht der Genannten, auch die Schlüsse aus den Versuchen von F. Zambonini hinfällig.

Ebensowenig liefern die Versuche von E. Löwenstein Beweise für die Ansicht, daß es sich um eine derartige Wasserbindung handelt.

Prinzipiell stellen sie die Ansicht auf, daß „bis jetzt für kein Hydrosilicat der Beweis geliefert ist, daß sein Wasser gelöst oder absorbiert ist". Nach den Ergebnissen bezüglich des Aufbaues kristallisierter Substanzen aus atomistischen Raumgittern können kristallisierte Körper keine Lösungen sein. Man wird jedenfalls weitere Untersuchungen an derartigen Stoffen abwarten

[1]) A. Beutell u. K. Blaschke, ZB. Min. etc. 1916, 195.

müssen, um diese komplexe Frage als gelöst zu betrachten. Die Versuche von A. Beutell u. K. Blaschke dürften dazu nicht genügen.

Der Basenaustausch der Zeolithe.

J. Lemberg[1]) gelang es, namentlich bei Kalkzeolithen, das Calcium durch Natrium und Kalium zu ersetzen; es findet also ein Basenaustausch bei diesen Zeolithen statt. Auch bei Natriumzeolithen gelingt es, das Natron durch Kalk zu ersetzen. Zeolithe haben demnach auch die Eigenschaft, ihre Basen leicht austauschen zu können. Diese Untersuchungen J. Lembergs wurden fortgesetzt durch J. Thugutt.[2])

Ferner wurde von vielen Forschern diese Eigenschaft weiter verfolgt. Da die Herstellung solcher künstlicher Zeolithe in der technischen Chemie von Wichtigkeit ist, so wurden viele Untersuchungen in dieser Hinsicht ausgeführt. Namentlich für die Herstellung des „Permutits", welcher ja seinen Namen von dieser Austauschbarkeit führt, kam dieses Moment zur Geltung. Ich verweise auf die Arbeiten von R. Gans[3]) u. a. (vgl. II, Abt. 1 S. 375).

Schöne Versuche über Austausch nicht nur der Alkalien und alkalischen Erden, sondern auch der Tonerde durch Borsäure, Vanadinsäure, Eisen- und Manganoxyd hat F. Singer[4]) ausgeführt (vgl. Abt. I, 94). Auch E. Löwenstein hat sich mit dieser Frage des Austausches befaßt, worüber noch unten zu berichten sein wird.

A. Beutell u. K. Blaschke machten die Wahrnehmung, daß, während frischer Desmin sein ganzes Calcium gegen Ammonium umtauscht, dies bei Desmin, der völlig durch Erhitzen entwässert war, nicht mehr der Fall war; in letzterem Falle war nur ein zehntel Calcium austauschbar. Ich schließe daraus auf eine chemische Veränderung des ursprünglichen Silicats.

Konstitution der Zeolithe.

G. Tschermak machte auf die Analogie der Formeln der Zeolithe mit jener der Feldspate aufmerksam. Man kann die Formeln derselben als Hydrate letzterer schreiben oder als Molekularverbindungen von ersteren mit Kieselsäuren. In der neuesten Auflage des Werkes von G. Tschermak[5]) sind die Formeln des Heulandits und Desmins geschrieben: $H_2CaAl_2Si_2O_9 . H_8Si_4O_{12} . H_2O$ und $H_2CaAl_2Si_2O_9 . H_8Si_4O_{12} . H_2O$, Skolezit ist $H_2CaAl_2Si_2O_9 . H_4SiO_4$.

Ich[6]) habe auf Grund der Versuche mit Chabasit, Heulandit, Desmin, Laumontit die Hypothese aufgestellt, daß die Silicate des Anorthits, sowie das Silicat $CaAl_2Si_4O_{12}$ vorhanden sind, welche an Meta- bzw. Orthokieselsäure gebunden sind. Es gelang, aus Chabasit Anorthit aus dem Schmelzflusse zu erhalten, dann aus Heulandit, ebenso aus Desmin ein pyroxenartiges Mineral $CaAl_2Si_4O_{12}$.[7])

---

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 973 ff. (1887); **39**, 561 **40**, 651 (1888); vgl. auch H. Eichhorn, Pogg. Ann. **15**, 126 (1858), welcher zuerst derartige Versuche ausführte.

[2]) J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 555 (1894).

[3]) R. Gans, J. preuß. geol. L.A. **27**, 63 (1906).

[4]) F. Singer, Inaug.-Diss. (Berlin 1910).

[5]) G. Tschermak, Mineralogie, 7. Aufl., herausgegeben von Fr. Becke, Wien 1915, 606.

[6]) C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 118.

[7]) Siehe auch C. Doelter, Phys.-chem. Mineralogie 1905, 179.

Neuerdings ist G. Tschermak[1]) auf seine frühere Ansicht wieder zurückgekommen. In einer vorläufigen Mitteilung stellt er folgendes auf: „Jeder Zeolith besteht aus einer Kernverbindung, zu welcher freie Kieselsäure, oft auch Wasser, angelagert erscheint. Die Kernverbindung hat die Zusammensetzung $CaAl_2Si_2O_8$, jedoch kann das Ca durch Na und K, in manchen Fällen auch durch Ba oder Sr vertreten sein. Die angelagerte Kieselsäure ist eine einfache oder auch eine Mischung mehrerer Kieselsäuren. An den Kern kann sich auch Wasser bis zu zwei Molen in inniger Bindung anfügen.

Ein extremer Fall ist der Chabasit, welchem öfter die Zusammensetzung $H_{12}CaAl_2Si_4O_{18}$ zukommt. Diese gliedert sich in Kieselsäure $H_4Si_2O_6$, in den Kern mit 2 Mol. Wasser und in Kristallwasser nach der Formel $H_4Si_2O_6 . CaAl_2Si_2O_8H_4O_2 . 2aq$. Hier kann die Gruppe $H_4Si_2O_6$ teilweise durch andere Kieselsäuren wie $H_8Si_4O_{12}$ oder $H_2Si_2O_5$ vertreten sein.

Ein anderer extremer Fall ist durch den Gismondin $H_8CaAl_2Si_2O_{12}$ repräsentiert. Hier ist die Kieselsäure durch H_2O vertreten:

$$H_2O . CaAl_2Si_2O_8H_4O_2 . aq.$$

Am einfachsten erscheint die Zusammensetzung des Natroliths

$$H_4Na_2Al_2Si_2O_{12},$$

erläutert durch:

$$H_4SiO_4 . Na_2Al_2Si_2O_8.$$

Die Zusammensetzung der Gruppen läßt sich nicht immer durch Hauptvalenzen, wohl aber in jedem Falle nach der von A. Werner aufgestellten Ansicht durch Nebenvalenzen erklären.

Die vorgenannte Ansicht von der Konstitution der Zeolithe stützt sich auf das Verhalten derselben gegen verdünnte Säuren, wobei die aus dem Kern entstandene mit der ursprünglich vorhandenen Kieselsäure abgeschieden wird; ferner auf die Eigenschaften der Zeolithe und der Kieselgele, namentlich in bezug auf die Absorptionserscheinungen. Der bis jetzt schwer verständliche Mangel einer deutlichen Abstufung des Wassergehalts beim Zerfall findet jetzt durch die Verschiedenartigkeit der Bindung der Wassermolekel ihre Erklärung.[2])

Über die Konstitution der Zeolithe haben auch C. Friedel und A. Sarasin[3]) eine Hypothese aufgestellt, demnach bestehen sie aus den Atomgruppierungen:

NaOSiO, NaOSiO > Al_2 < oder Ca < OSiO, OSiO > Al_2 <

Wenn man 1—4 Moleküle Siliciumdioxyd mit wechselnden Mengen von OH-Gruppen oder Sauerstoffatomen hinzufügt, kann man alle Zeolithe derart konstituiert denken, wobei das Verhältnis $RO:R_2O_3$ 2:3 ist statt 1:3.

Sie haben durch Versuche diese Ansicht zu bestätigen versucht. Wenn man Laumontit mit einer wäßrigen Lösung von kieselsaurem Natron erhitzt, bis ca. 500°, so erhält man Analcim und ein mesotypähnliches Produkt (siehe übrigens darüber die zahlreichen Versuche von J. Lemberg, S. 11).

[1]) G. Tschermak, Anzeiger d. Ak. Wien, mat.-nat. Kl. Nr. 16, 21. Juni (1917).
[2]) Siehe über diesen Gegenstand auch Bd. II, Abt. 1, 93.
[3]) C. Friedel u. A. Sarasin, Bull. soc. chim. 41, 594 (1884).

Anordnung der Kalkzeolithe.

Die hier zu behandelnden Mineralien sind nicht alle reine Kalkzeolithe, da eine Anzahl davon auch Natron und Kali enthalten.

Solche sind der Thomsonit, Faujasit, Mesolith, Phillipsit. Auch der Desmin und der Heulandit, sowie der Chabasit enthalten allerdings nur geringe Mengen von Alkalien. Der Heulandit enthält bisweilen ganz geringe Mengen von Strontianerde. Bei der Einteilung kann man aber nur jene Kalkzeolithe abtrennen, welche namhafte Mengen von Alkali enthalten. Wir hätten also Kalkzeolithe: Laumontit, Skolezit, Epistilbit, ferner mit geringen Alkalimengen: Heulandit, Desmin, Chabasit, endlich die aus isomorphen Mischungen eines Kalkzeoliths mit einem Alkalizeolith bestehenden: Thomsonit, Mesolith, Faujasit und Phillipsit.

Indessen erscheint es aber nicht ratsam, die isomorphen Mischungen von den Grundkomponenten räumlich zu trennen und wurden daher in dem betreffenden Falle, nämlich dem des Mesoliths, dieser an den isomorphen Skolezit angereiht. Betrachtet man die hierher gehörigen Zeolithe von dem Standpunkt der Natur der Salze, bzw. ihrer Säuren, soweit es überhaupt möglich ist, auf diese zu schließen, so ergäbe sich, daß Thomsonit, Mesolith und Skolezit Orthosilicate sind, während Faujasit, Epistilbit und Heulandit saure Metasilicate sind. Als Polysilicate kann man mit P. Groth[1]) die Zeolithe: Desmin, Phillipsit, vielleicht auch Chabasit bezeichnen, während der Laumontit von diesem Forscher als basisches Salz der Dikieselsäure bezeichnet wurde.

Eine Einteilung auf dieser Grundlage, welche doch teilweise hypothetisch ist, wurde zwar hier nicht durchgeführt, doch ist die hier durchgeführte dieser nicht entgegengesetzt.

Es läßt sich eben weder nach dem zuletzt gegebenen Gesichtspunkte, noch auch aus dem Gehalte an Natron eine gute Einteilung aufstellen, da ja dieser nur in wenigen der angeführten Zeolithen ganz fehlt und in den meisten schwankt, wenn er auch stets untergeordnet ist.

Zu einer Einteilung gelangt man wohl am besten, wenn man, von dem zuerst von G. Tschermak gegebenen Gesichtspunkte ausgehend, das Verhältnis des Kerns (Anorthitsilicat) zu der Kieselsäure als Basis annimmt. Man könnte dabei unterscheiden solche Zeolithe, bei welchen an den Anorthitkern Meta- oder Orthokieselsäure angegliedert ist, oder man kann das Verhältnis von SiO_2 zu dem Anorthitkern als Grundlage nehmen, in welchem Falle wir auch eine Annäherung an die Einteilung von P. Groth finden. Da nach der neuen Auffassung von G. Tschermak auch die Möglichkeit vorhanden wäre, daß mehrere Kieselsäuren in einem und demselben Zeolith an den Anorthitkern angegliedert ist, so ist die zweite Auffassung vielleicht die einwandfreiere.

Demnach haben wir folgende Reihenfolge:

Thomsonit (reines Chabasithydrat ohne Kieselsäure-Überschuß).
Gismondin,
Laumontit, Chabasit, Skolezit, Mesolith (mit Überschuß von $2SiO_2$),
Phillipsit, Laubanit (mit Überschuß von $3SiO_2$),
Desmin und Heulandit (mit Überschuß von $4SiO_2$),
Faujasit, Ptilolit, Mordenit (mit Überschuß von $6SiO_2$).

[1]) P. Groth, Tabl. systém. (Genève 1894), 163.

Genesis.

Noch bis vor kurzem war man der Ansicht, daß Zeolithe nur als Umwandlungsprodukte von anderen Silicaten sich bilden können. Diese Ansicht wird noch von C. Hintze verfochten. J. Roth[1]) hat über ihr Vorkommen ausführlicher berichtet, namentlich darauf hingewiesen, daß sie sich zwar vorwiegend in Hohlräumen, Drusenräumen, Klüften von Eruptivgesteinen bilden, daß sie aber auch in kristallinen Schiefern und als Kontaktbildungen vorkommen, ebenso auf Erzlagerstätten. Letztere Vorkommen sind seither nicht selten beobachtet worden und scheint die Erzführung nicht selten mit der Zeolithisierung der Gesteine zusammenzuhängen.

Ferner sind Zeolithe als Absätze heißer Quellen in vielen Fällen nachgewiesen. Man hat aber auch Zeolithe auf Braunkohle gefunden und, was wichtig erscheint, in Höhlungen von Versteinerungen, wie Ammoniten.

Viel Licht auf die Bildung der Zeolithe haben die Aufsehen erregenden Untersuchungen von G. Daubrée[2]) gebracht durch den Nachweis, daß in den Thermen von Plombières, welche 0,3—0,6 g feste Bestandteile in 1000 g enthalten (besonders Natronsulfat, auch Silicate der Alkalien und des Kalkes, auch Fluor) sich Neubildungen von Apophyllit, Kalkharmotom, Chabasit wahrscheinlich auch Gismondin und Skolezit neben anderen Mineralien, wie Tridymit, Flußspat, Hyalith und Carbonaten absetzten. Chabasit setzt sich auch in der Quelle von Luxeuil ab. Diese Quelle enthält Kieselsäure, Natronsalze und die Carbonate von Ca und Mg. Bei diesen Quellbildungen ist das Material in den Ziegeln oder dem Beton der Röhrenleitungen entstanden. Weitere Quellen, die Chabasit als Neubildungen entstehen ließen, siehe S. 127.

Temperatur der Zeolithbildung. Aus dem Vorkommen in Hölzern, Kohle, Versteinerungen usw. geht hervor, daß sich Zeolithe bei nicht hoher Temperatur bilden können: die Temperaturen der Quellen von Plombières und Luxeuil (73 und 46°) bestätigen dies. Die synthetischen Versuche zeigen zwar auch keine sicheren Resultate, da die Bildungstemperatur nicht sicher ist, lassen aber auf ähnliche Temperaturen schließen.

Die Zeolithe können auch ihrer chemischen Zusammensetzung nach nur bei nicht hoher Temperatur entstanden sein. Man kann wohl annehmen, daß der Wassergehalt mit der Entstehungstemperatur in Beziehung steht, so daß ein höherer Wassergehalt auf niedrigere Temperatur hinweist. Der Analcim, welcher nur 2 Moleküle Wasser enthält, ist, wie früher gezeigt wurde, bei Temperaturen über etwa 400° noch bildungsfähig. Bei diesem wurde ja auch angenommen, was nicht unmöglich ist, daß er sich in Gesteinen in der sog. postvulkanischen Periode absetzte. (Vgl. Bd. II, Abt. 2, 359.)

Speziell für Analcim ist von mehreren Seiten der Gedanke ausgesprochen worden, daß es sich um den zuletzt ausgeschiedenen Bestandteil der Eruptivgesteine handelt. Die Mehrzahl der Forscher hat sich allerdings dagegen ausgesprochen. Erstere Ansicht wird besonders von E. Hibsch[3]) u. A. Pelikan[4]) vertreten (siehe auch dort die Literatur). Dagegen ist einzuwenden, daß die Synthesen bei Temperaturen über 500° wasserfreie Silicate ergeben, und man

[1]) J. Roth, Chem. Geol. I, 560 (1879).
[2]) G. A. Daubrée, Bull. soc. géol. **16**, 578 (1869) und **18**, 109 (1861); siehe auch C. R. **84**, 158 (1877).
[3]) E. Hibsch, Tsch. min. Mit. **33**, 187 (1914).
[4]) A. Pelikan, ebenda.

kaum annehmen kann, daß das Magma der Basalte und Phonolithe bei dieser Temperatur noch fest war. Vgl. auch meine Arbeit über Bildung von Analcim und Natrolith.[1]) Übrigens kann man trotzdem sich denken, daß Analcim sich als primärer Bestandteil jener Gesteine bildete, ohne eine sekundäre Entstehung annehmen zu brauchen; aber ihre Abscheidung fand nach der Erstarrung des Magmas statt, aus der zurückbleibenden Mutterlauge, also, ohne daß man dabei eine Bildung aus einem anderen Mineral anzunehmen braucht.

Bei anderen Zeolithen wissen wir, daß sie sich auf sekundärem Wege als Umwandlungsprodukte von Feldspaten, Nephelin, Leucit usw. bildeten.

F. Cornu[2]) bringt die Sukzession der Zeolithe in erster Linie mit ihrem Wassergehalte in Zusammenhang. Die ältesten Zeolithe, die sich bei den höchsten Temperaturen bildeten, sind die wasserärmsten. F. Himmelbauer[3]) hat für die Paragenesis der Zeolithe, speziell in Südtirol nachgewiesen, daß sie mit dem Verhältnis der Molekularquotienten des Wassers zu der Summe der Molekularquotienten der übrigen Bestandteile zusammenhängt.

Sie fanden eine Reihenfolge in diesem Sinne, beginnend mit Analcim und Natrolith und endigend mit Desmin und Chabasit. Die aus dem genannten Verhältnis berechnete Reihenfolge stimmt mit der beobachteten überein.

Die ältere Anschauung, daß Zeolithe sich nur als Umwandlungsprodukte bei ganz niedriger Temperatur bilden können, ist heute nicht mehr aufrecht zu erhalten. Es dürften die Zeolithe sich aus überhitzten Lösungen, namentlich bei jenen, bei welchen es sich um solche mit geringerem Wassergehalt handelt, gebildet haben, also Thermalbildungen sein.

In neuester Zeit hat sich auch C. N. Fenner[4]) bei Beschreibung des Watchungbasalts über die Paragenesis seiner Zeolithe ausgesprochen. Das Wasser, welches die Zeolithe bildete, ist nach ihm juveniles gewesen. Unmittelbar nach der Verfestigung der Lava war das in dieselbe eindringende Wasser verdampft, als aber die Temperatur sank, begann das Wasser, welches als Dampf in der Lava vorhanden war, sich niederzuschlagen. Die Hauptmasse der sekundären Zeolithe geht auf die primären Mineralien des Magmas zurück. Die Umwandlungsprozesse im Gestein verteilen sich auf drei Perioden, von welchen die zweite die der Zeolithbildung ist. Er führt diese zurück auf die Zersetzung der Feldspate. Nach ihm haben sich Chabasit, Heulandit und Stilbit in dieser Reihenfolge und früher als Natrolith gebildet. Laumontit war eine der letzten Bildungen.

A. Fersmann[5]) unterscheidet bei den russischen Zeolithen vier Perioden hydrothermaler Bildung, wobei der Absatz von Heulandit und Wellsit in die zweite fällt. In die dritte fällt die Bildung von Analcim und Leonhardit. In der letzten Periode werden die Zeolithe zersetzt.

Man ersieht daraus, daß die Ansichten über die Paragenesis der Zeolithe keine einheitlichen sind.

---

[1]) C. Doelter, ebenda 25 (1906).
[2]) F. Cornu, Österr. Z. Berg- u. Hüttenw. 56 (1908), Sep.-Abdruck.
[3]) A. Himmelbauer, Mitt. naturw. Ver. Wiener Univ. 8, 89 (1910).
[4]) C. N. Fenner, Ann. N. York Acad. 20, Part. II, 93 (1910); Z. Kryst. 53, 315 (1914).
[5]) A. Fersmann, Tr. Musée Pierre le Grand, St. Petersb. 3, 129 (1909); N. JB. Min. etc. 1912, I, 408.

Thomsonit (Comptonit).

Rhombisch bipyramidal: $a:b:c: = 0{,}99324:1:1{,}00662$ (W.C. Brögger).

Varietäten: Scoulerit, Faröelith, Carphostilbit, Ozarkit, Pikrothomsonit, Lintonit, Sloanit, Chalilith, Mesole.

Analysenzusammenstellung.

Da hier eine isomorphe Mischung eines Natronaluminiumsilicats mit einem vorwiegenden Calciumaluminiumsilicat vorliegt, so versteht es sich wie in anderen Fällen von selbst, die Anordnung nach dem Verhältnis derselben vorzunehmen. Da jedoch die Molekularverhältnisse der beiden Silicate in den meisten Fällen nicht berechnet sind, so wurde die Einteilung nach steigendem Gehalt des untergeordneten Bestandteils, des Natrons, vorgenommen.

Natronfreie Analysen.

Da es sich hier um einige alte Analysen handelt, so besteht die Möglichkeit, daß die Bestimmung der Alkalien überhaupt nicht vorgenommen wurde. Darauf deuten auch die unter 100 stehenden Summen.

	1.	2.	3.
MgO	6,85	0,20	1,08
CaO	12,01	15,40	15,10
Al_2O_3	27,71	31,36	31,96
Fe_2O_3	Spur	0,60	0,72
SiO_2	38,56	36,80	37,56
H_2O	14,32	13,00	13,20
	99,45	97,36	99,62

1. Chalilith aus den Trappgesteinen von Antrim (Irland); anal. K. v. Hauer, Sitzber. Wiener Ak. **11**, 19 (1853); ungewöhnlich hoher MgO-Gehalt.

2. u. 3. Von Lochwinnow (Renfrewshire, Schottl.); anal. J. Thomson, Ann. Phil, **16**, 408 (1820).

Analysen mit Na_2O-Gehalt bis 3%.

	4.	5.	6.	7.	8.
δ	2,441	2,278	2,295	—	—
Na_2O	0,25	0,29	0,46	2,04	2,87
K_2O	0,03	—	—	—	—
MgO	2,67	6,26	—	—	—
CaO	8,12	10,99	18,70	38,01	14,65
Al_2O_3	35,00	31,25	30,46	12,22	35,99
SiO_2	42,19	40,36	36,86	41,18	39,17
H_2O	12,50	10,79	13,22	1,79	5,77
CO_2	—	—	—	4,71	1,55
	100,76	99,94	99,70	99,95	100,00

4. Sloanit, soll nach A. Des Cloizeaux ein Umwandlungsprodukt des Pikro-Thomsonits sein, von Monte Catini (Toscana); anal. E. Bechi, Am. Journ. **14**, 63 (1852); vgl. auch die Analysen Nr. 22 und Nr. 23.

5. Pikrothomsonit von ebenda; anal. wie oben. Ungewöhnlich hoher MgO-Gehalt.

6. Von Eisenach, in Drusenräumen des Nephelinbasalts der Pflasterkante; anal. O. Luedecke, Z. Kryst. **7**, 88 (1883).

7. Vom Vesuv in Hohlräumen der Somma-Auswürflinge; anal. E. Scacchi, Rend. R. Acc. Napoli, 1888, 12. Dez. Zweifelhafte Analyse.

8. Vom Vesuv; anal. E. Scacchi, wie oben.

Thomsonite mit 3—5 % Natron.

	9.	10.	11.	12.
δ	—	—	2,147–2,131	—
Na_2O	3,53	3,59	3,71	3,72
K_2O	—	—	1,01	—
MgO	—	—	0,65	—
CaO	13,60	12,33	10,73	13,97
Al_2O_3	31,48	31,29	28,13	31,13
Fe_2O_3	—	—	3,28	—
SiO_2	38,44	38,20	39,02	37,08
H_2O	12,93	13,69[1]	13,98	13,80
	99,98	99,10	100,51	99,70

9. In Höhlungen des Leucittephrits vom Eulenberg bei Schüttenitz (Böhmen); anal. A. Svehla bei R. Raffelt, Verh. k. k. geol. R.A. 1882, 25.

10. Aus schwarzem Mandelstein von der Sandy Bay auf Anguilla (West.-Ind.); anal. Nordström bei P. T. Cleve, Vet.-Ak. Handl. Stockholm, **9**, 30 (1870); Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 20, 19 u. 25 (1885).

11. Am Fuße des Old Man of Stor, Insel Skye (Schottl.); anal. F. Heddle, Min. Mag. **5**, 119 (1882).

12. In Hohlräumen von Eläolith, Ozark Mountains, Magnet Cove (Arkansas), sog. Ozarkit; anal. L. Smith u. G. J. Brush, Am. Journ. **16**, 50 (1853); Journ. prakt. Chem. **60**, 280; vgl. auch Analysen Nr. 14 u. 17.

	13.	14.	15.	16.	17.
Na_2O	3,76	3,72	3,85	4,00	3,91
K_2O	0,39	—	0,54	0,54	—
CaO	9,40	13,97	13,42	11,96	13,95
Al_2O_3	26,72	31,13	30,84	31,92	29,42
Fe_2O_3	0,81	—	—	—	1,55
SiO_2	46,02	37,08	38,73	38,77	36,85
H_2O	12,80	13,80	13,10	12,81	13,80
	99,90	99,70	100,48	100,00	99,48

13. Aus Diabasmandeln von Duluth und Grand Marais am Lake Superior, Minnesota; anal. Miss Linton bei Peckham u. Hall, Am. Journ. **19**, 122 (1880).

14. Von Magnet Cove (siehe Analyse Nr. 12): Ozarkit.

15. Aus Klüften von Basalt vom Seeberg bei Kaaden (Böhmen); anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **46**, 286 (1839).

16. Von ebenda; anal. wie oben.

17. Von Magnet Cove, siehe Analysen Nr. 12 u. Nr. 14: Ozarkit.

[1]) Davon entweichen vor 100°, 0,83 %.

	18.	19.	20.	21.
δ	2,39	2,31	—	2,362
Na_2O	4,01	4,10	4,06	4,09
K_2O	0,72	—	0,49	0,38
MgO	—	—	—	0,13
CaO	13,66	11,98	10,37	12,38
FeO	—	—	0,40	—
Al_2O_3	31,83	31,55	30,21	29,50
Fe_2O_3	—	—	—	1,49
SiO_2	36,90	39,60	40,61	39,28
H_2O	13,36	13,10	13,75	13,23
	100,48	100,33	99,89	100,48

18. Aus Basalt von der Katzenburg bei Leitmeritz (Böhmen); anal. B. Erben, Sitzber. k. böhm. Ges. Wissensch. 1885, 75.

19. Aus Melaphyr-Mandelstein von der Seisser Alp (Tirol); aual. K. Haushofer, Journ. prakt. Chem. **103**, 305 (1868).

20. Von Grand Marais; anal. Mis Linton, wie Analyse Nr. 13.

21. Karphostilbit vom Berufjord (Island), grün; anal. Sart. v. Waltershausen, Vulk. Gest. Islands 1853, 277.

	22.	23.	24.	25.
δ	2,31	—	—	—
Na_2O . . .	3,88	3,74	3,81	2,44
K_2O . . .	0,62	0,68	0,65	0,35
MgO . . .	0,29	0,37	0,33	—
CaO . . .	14,25	14,72	14,48	13,04
Al_2O_3 . . .	31,74	30,98	31,36	27,22
SiO_2 . . .	36,65	37,14	36,90	43,07
H_2O . . .	13,53	13,65	13,59	14,03
	100,96	101,28	101,12	100,15

22. u. 23. Von Monte Catini (Toscana), sog. Pikrothomsonit, aus Diabas vom Caporciano bei Montecatini; anal. E. Manasse, Proc. Verb. Soc. Toscana d. Sc. nat. **15**, 20 (1906); Z. Kryst. **44**, 656 (1907); siehe auch die ältere Analyse Nr. 4.

Das Verhältnis $Na_2O:CaO = 1:4$.

24. Mittel von beiden Analysen.

25. Von ebenda; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 555 (1876).

	26.	27.	28.	29.
δ	2,383	—	—	2,380
Na_2O	4,62	4,20	4,25	4,31
MgO	—	—	—	—
CaO	12,60	11,39	12,90	13,54
Al_2O_3	31,62	28,23	30,46	31,57
SiO_2	38,09	41,56	38,97	26,84
H_2O	13,40	14,98	13,42	13,54
	100,33	100,36	100,00	99,80

26. Von Kilpatrick (Dumbartonshire, Schottl.); anal. C. F. Rammelsberg, Journ. prakt. Chem. **59**, 349 (1853).

27. Mesole oder Faröelith von Naalsö, Faröer; anal. C. Hersch, Inaug-Diss. (Zürich 1887), 23; siehe Analysen Nr. 35 u. 57.

28. Vom Fassatal; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 611 (1883). Enthält 18,96% Kalkspat.

29. Vom Mugdock Water Tunnel (Schottl.); anal. J. Young, Ch. N. **27**, 56 (1853).

	30.	31.	32.
Na_2O	4,38	4,20	4,50
CaO	11,40	13,60	10,73
Al_2O_3	30,00	31,72	31,66
SiO_2	41,20	37,21	41,00
H_2O	13,20	13,27	12,11
	100,18	100,00	100,00

30. Von Portree (Schottl.); anal. F. Heddle, Min. Mag. **5**, 119 (1882).

31. Von Kilpatrick (Dumbartonshire, Schottl.); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 555 (1876).

32. Aus zersetztem Mandelstein, Faröelith Rödetfjord, Island; anal. F. v. Kobell, Journ. prakt. Chem. **98**, 135 (1868).

	33.	34.	35.	36.
Na_2O	4,44	4,76	4,87	4,86
K_2O	0,69	0,36	—	—
CaO	13,31	10,75	11,77	11,60
Al_2O_3	32,81	29,50	29,62	29,00
Fe_2O_3	—	0,23	—	—
SiO_2	36,70	40,45	39,98	41,23
H_2O	11,15	13,93	13,76	14,06
CO_2	1,84	—	—	—
	100,94	99,98	100,00	100,75

33. Aus Mandelhohlräumen des Feldspatbasalts von der Ostküste bei Rallap (Palauinseln); anal. A. Schwager bei K. Oebbecke, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 1, 495 (1881).

34. Von Grand Marais, Minnesota; anal. Miss Linton, siehe bei Analyse Nr. 13 und 20.

35. Mesole von Naalsö, Faröer; anal. J. Lemberg; Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 554 (1876); siehe Analysen von da Nr. 27 u 57.

36. Von Grand Marais; anal. G. A. König nach C. Hintze, Min. II, 1668.

	37.	38.	39.	40.
Na_2O	4,31	4,44	4,72	4,92
CaO	12,43	11,92	11,88	10,90
Al_2O_3	29,22	30,12	29,68	29,25
Fe_2O_3	0,79	—	—	—
SiO_2	40,52	40,68	40,88	42,66
H_2O	12,79	12,86	12,91	12,28
	100,06	100,02	100,07	100,01

37—40. Sämtliche aus Basalt von Table Montains, Golden, Colorado; anal. F. W. Hillebrand bei Ch. Whitman Cross u. F. W. Hillebrand, Am. Journ. **23**, 452 (1883) und **24**, 129 (1883). Auch bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 285 (1910); vgl. auch die Analysen vom selben Fundort Nr. 41, 42, 50 u. 51.

	41.	42.	43.	44.
δ	—	—	2,290	—
Na_2O	4,66	5,04	4,59	4,53
K_2O	—	—	0,20	—
CaO	11,15	11,20	12,43	12,80
Al_2O_3	30,59	30,35	27,53	31,40
SiO_2	41,59	41,34	42,66	37,90
H_2O	12,24	12,27	13,42	13,05
	100,23	100,20	100,83	99,68

41. u. 42. Beide aus dem Basalt des Nord-Table-Gebirges, nahe Golden, Colorado, mit Mesolith und Chabasit; anal. H. B. Patten, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 11, 464 (1900); Z. Kryst. **36**, 74 (1902); vgl. Analysen Nr. 37, 38, 39, 40, 50 u. 51.

43. Vom Neubauerberg bei Böhmisch-Leipa; anal. R. Görgey, Mitt. naturw. Ver. Univ. Wien **9**, 17 (1911); Z. Kryst. **54**, 409 (1915).

44. Sogenannter Epistilbit von Boyen Hill (N. Jersey); anal; F. A. Canfield, School Mines Quart. **32**, 215 (1911); Z. Kryst. **54**, 76 (1915).

Analysen mit 5—7% Natron.

	45.	46.	47.	48.	49.
δ	—	—	—	2,34	2,256
Na_2O	5,29	5,30	5,77	6,45	6,70
K_2O	—	1,00	—	—	—
CaO	11,71	13,33	11,54	13,44	10,00
Al_2O_3	29,60	31,45	28,44	30,24	28,10
SiO_2	41,26	39,86	41,32	38,44	42,30
H_2O	12,73	11,39	13,26	11,83	14,10
	100,59	102,33	100,33	100,40	101,20

45. Faröelith aus Trappgestein von Port George, Cap Blomidon, Nova Scotia (Canada); anal. H. How, Edinburgh Phil. Journ. **8**, 208 (1858).

46. Von den Cyclopeninseln, Sizilien, aus Blasenräumen des doleritischen Basalt; anal. Sart. v. Waltershausen, Vulkan. Gesteine 1853, 276.

47. Bläulichweiß von Storr, Insel Skye; anal. F. Heddle, Phil. Mag. **13**, 50 (1857).

48. In Geoden von Labradorporphyr, von Bishopton, Schottl.; anal. A. Lacroix, Bull. Soc. min. **10**, 149 (1887).

49. Aus Mandeldiorit von Chaux de Bergonne (Auvergne); anal. F. Pisani, C. R. **73**, 1442 (1871).

	50.	51.	52.
Na_2O	5,62	5,31	5,92
MgO	—	—	0,26
CaO	11,34	11,25	9,90
Al_2O_3	29,71	29,58	27,36
SiO_2	41,21	41,13	44,53
H_2O bei 100°	12,20	1,01	13,08
H_2O über 100°	—	12,12	
	100,08	100,40	101,05

50. Von Table Mountains, Golden, Colorado; anal. W. F. Hillebrand bei Ch. Whitman Cross u. W. F. Hillebrand, Am. Journ. **23**, 452 und **24**, 129. Siehe auch F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 285 (1910); Z. Kryst. **7**, 428 (1883).

51. Von ebenda; anal. G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. N. **419**, 285 (1910). Siehe auch F. W. Clarke, wie oben; vgl. auch Analysen Nr. 37 bis 42 von demselben Fundort.

52. Von Grand Marais, Lac Ontario; anal. L. Sperry bei J. D. Dana, Min. 1892, 606.

	53.
Na_2O	5,11
K_2O	Spur
CaO	11,61
Al_2O_3	29,49
SiO_2	41,30
H_2O	13,32
	100,83

53. Faröelith von Schiket aus Basaltmandelstein (Erithräa); anal. G. d'Achiardi, R. Acc. d. Linc. **11** [5a], 251 (1902); Z. Kryst. **40**, 92 (1904).

	54.	55.	56.	57.
Na_2O	5,66	—	5,74	5,60
CaO	12,98	—	11,66	11,35
Al_2O_3	28,63	28,69	29,73	28,06
SiO_2	40,69	41,47	40,68	42,50
H_2O über 100°	12,42	12,63	12,05	13,02
H_2O unter 100°			0,68	
	100,38	—	100,54	100,53

54. u. 55. Sphärostilbit von den Faröer; anal. G. T. Prior, Min. Mag. **12**, Nr. 54, 26 (1898); Z. Kryst. **32**. 272 (1900).

56. Von Invernell, N. S. Wales (Austr.); anal. C. Anderson, Records of Austral. Museum **6**, 404 (1907); Z. Krysl. **46**, 636 (1909).

57. Von Naalsö (Faröer); anal. F. Heddle, Miner. Faröer, Tr. Soc. geol. Glasgow **12**, **1** (1899); Z. Kryst. **45**, 303 (1907).

Analysen mit 7—9⁰/₀ Natron.

	58.	59.	60.	61.	62.
δ	—	—	2,357	—	2,196
Na_2O	7,61	7,95	8,03	8,26	8,11
K_2O	—	0,60	—	—	—
CaO	7,00	12,45	7,27	8,15	10,58
Al_2O_3	27,50	27,90	31,25	29,40	30,05
Fe_2O_3	—	—	—	—	0,50
SiO_2	42,70	39,24	39,63	39,87	39,20
H_2O	14,71	11,86	13,30	14,52	13,40
	99,52	100,00	99,48	100,20	101,84

58. Faröelith von Bombay, Indien; anal. J. Thomson, Edinburgh N. Phil. Journ. **17**, 186 (1834).

59. Palle Rabbiose, Monzoni; anal. C. v. John, Verh. k. k. geol. R.A. 1875, 305. Nach Abzug von 18,96% Kalkspat.

60. Aus dem Basalt von Hauenstein (Böhmen); anal. C. F. Rammelsberg, Journ. prakt. Chem. **59**, 348 (1853).

61. Von ebenda; anal. C. Hersch, Inaug.-Diss. (Zürich 1887), 24.

62. Von Dalsnypen, Faröer; anal. Retzius, Berzelius' Jahresber. **4**, 154.

Analysen mit über 10°/₀ Natron.

	63.	64.	65.
Na_2O	11,55	10,19	10,81
CaO	5,07	9,00	8,07
Al_2O_3	31,79	27,00	26,80
SiO_2	39,21	42,17	41,52
H_2O	11,71	11,79	11,79
	99,33	100,15	98,99

63. Aus Gängen von Laven (Norw.); anal. M. Paykull, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 1874, 1334.

64. u. 65. Aus Basalt des Anneklef (Schweden), Mesole; anal. W. Hisinger, Berzelius' Jahresber. **5**, 217 und **20**, 214.

Während des Druckes erschienen in der neuen Arbeit von G. Tschermak zwei weitere Analysen:

	66.	67.
Na_2O	4,01	4,25
CaO	13,55	13,52
Al_2O_3	31,63	31,46
SiO_2	37,73	37,84
H_2O	13,52	13,06
	100,44	100,13

1. Stengeliges Aggregat durchsichtiger Prismen von Kilpatrik; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 545 (1917).

2. Von Wesseln bei Außig; anal. E. Zdarek, wie oben.

Bei der Erwärmung auf 110° betrug der Gewichtsverlust 1,12°/₀. Daraus berechnet G. Tschermak:

	Si : Al : Ca : H	Si : H
Kilpatrik	2,02 : 2 : 0,99 : 4,85	1 : 2,399
Außig	2,04 : 2 : 1,01 : 4,71	1 : 2,310

Formel und Konstitution.

C. F. Rammelsberg[1]) fand das Verhältnis:

$$\overset{II}{R} : Al : Si : H_2O = 1 : 2 : 2 : 2{,}5.$$

Er schreibt daher die Formel:

Natronthomsonit . . $Na_2Al_2Si_2O_8 . 2{,}5\,H_2O$,

Kalkthomsonit . . . $CaAl_2Si_2O_8 . 2{,}5\,H_2O$.

Das Verhältnis Na : Ca ist ein sehr wechselndes von 5,4 : 1 bis 1 : 2.

Nicht alle Thomsonite zeigen das früher erwähnte Verhältnis Silicat zu Wasser = 1 : 2,5. Der von Magnetcove (L. Smith) gibt 1 : 2,7, der von Faröer (Retzius) 1 : 2,6.

Den theoretischen Wassergehalt fand C. F. Rammelsberg mit 13,52 für Natronthomsonit und 13,93°/₀ für Kalkthomsonit.

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 389 (1895).

C. Hintze[1]) nimmt die Formel C. F. Rammelsbergs an, welche er verdoppelt. Ebenso nimmt P. Groth[2]) die Rammelsbergsche Formel an. C. Doelter[3]) nimmt auf Grund seines S. 26 erwähnten Versuchs an, daß ein Hydrat des Anorthits vorliege.

F. W. Clarke[4]) schreibt die Konstitutionsformel:

$$Al_4(SiO_4)_6Ca_3(AlH_2O_2)_3H_4 . 3H_2O.$$

Er bezieht also einen Teil des Wassers in die Konstitution ein. In einer späteren Arbeit gibt er die Formel:[5])

$$Al_6(SiO_4)_6Ca_3 . 7H_2O.$$

H. C. Neil[6]) hat auf Grund seiner unten erwähnten Versuche für Stilbit, Chabasit und Thomsonit die Formel aufgestellt:

$$\begin{array}{ccccccccccc} H_2(AlO_2H_2) \equiv & X & - & Al & - & X & - R - & X & - & Al & - X \equiv H_2(AlO_2H_2) \\ & & & | & & \| & & \| & & | & \\ & & & X & & R & & R & & X & \\ & & & ||| & & & & & & ||| & \\ & & & Al & & & & & & Al & \end{array}$$

X ist vorwiegend SiO_4 bei Thomsonit.

Thomsonit hat nach G. Tschermak[7]) eine variable Zusammensetzung. Die siliciumärmere Varietät Comptonit verliert bei 100° etwa ein Neuntel ihres Wassers. Bei der Zersetzung mit verdünnter Salzsäure entsteht nur Orthokieselsäure. Die Zusammensetzung wird durch folgende Formel ausgedrückt:

$$4H_2O . CaAl_2Si_2O_8OH_2 . aq.$$

Im zweiten Teile seiner Abhandlung hat G. Tschermak[8]) die sämtlichen neueren Analysen berechnet. Er kommt zu dem Resultat, daß der bisherigen Formel

$$2CaAl_2Si_2O_8 . 5H_2O$$

nur 5 von 19 Analysen entsprechen (darunter auch die beiden neuen Analysen Nr. 66 und 67.). Für die übrigen Analysen nach Abscheidung der Analysen Nr. 6, 48 und Nr. 54 zeigt sich ein Verhältnis von Ca:Na, welches von 2:1 wenig abweicht. Es ist fraglich, ob die Annahme einer isomorphen Vertretung von Ca durch Na_2 noch aufrecht erhalten werden kann, da dieses Verhältnis sich sehr der Konstanz nähert. Wenn man für Al die Zahl 2 annimmt, so nähert sich das Verhältnis von Ca:Na den Zahlen 0,75 und 0,5. Dadurch wird die Existenz eines Doppelsalzes wahrscheinlich.

Das Doppelsalz schreibt er für die Si-ärmeren Thomsonite:

$$H_{16}Na_2Ca_3Al_8Si_8O_{40} + Aq = \left.\begin{array}{l} H_2ONa_2Al_2Si_2O_9 \\ 3H_2OH_2CaAl_2Si_2O_9 \end{array}\right\} Aq.$$

[1]) C. Hintze, Miner. 1600.
[2]) P. Groth, Tabl. systém. Genève 1904, 163.
[3]) C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 133.
[4]) F. W. Clarke, Am. Journ. 48, 187 (1894); Z. Kryst. 26, 523 (1896).
[5]) Derselbe, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 125, 1 (1895); Z. Kryst. 28, 327 (1897).
[6]) H. C. Neil, Journ. Am. Chem. Soc. 28, 500 (1906); Z. Kryst. 44, 529 (1897).
[7]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. 126, 545 (1917).
[8]) Derselbe, ebenda 127, 211 (1918).

Betrachtet man den Si-Gehalt, so kann man, wenn für Al die Zahl 2 angenommen wird, als extreme Werte 3 und 2 ansetzen, für H die Extreme 4 und 6.

Dies würde auf drei verschiędene Ca-Verbindungen führen.

Für die siliciumreicheren Thomsonite wäre aber eine Vertretung von Wasser durch H_4SiO_4 anzunehmen, weil die Thomsonite bei der Zersetzung mit verdünnter Salzsäure sich wie Orthosilicate benehmen. Diese Substitution wird nur in der Ca-Verbindung angenommen. Die so abgeleitete Verbindung wäre:

$$H_{22}Na_2Ca_3Al_8Si_{11} + Aq. = \left.\begin{matrix} H_2OH_2Na_2Al_2Si_2O_9 \\ 3SiH_4O_4H_2CaAl_2Si_2O_9 \end{matrix}\right\} Aq.$$

Dafür spricht die Mehrzahl der Analysen. Zum Schlusse gelangt also G. Tschermak zu der Annahme von zwei Doppelsalzen. In den siliciumreicheren (Varietät Mesole) macht sich die Verbindung A, in den siliciumärmeren die Verbindung B geltend.

$$A \left.\begin{matrix} H_4Na_2Al_2Si_2O_{10} \\ 3H_6CaAl_2Si_3O_{13} \end{matrix}\right\} Aq. \qquad B \left.\begin{matrix} H_4Na_2Al_2Si_2O_{10} \\ 3H_4CaAl_2Si_2O_{10} \end{matrix}\right\} Aq.$$

Das natriumhaltige Glied ist:

$$H_4Na_2Al_2Si_2O_{10}.$$

Wassergehalt. F. Zambonini[1]) hat, wie bei anderen Zeolithen die Entwässerung des Thomsonits untersucht. Es wurden sowohl in trockener, wie in feuchter Luft Versuche ausgeführt.

Temperatur	In trockener Luft	In feuchter Luft
114—115°	1,49	1,12
156—160	2,42	—
180	—	2,25
248	4,47	3,43
305	7,51	5,38
365	10,29	8,86

Die beiden Kurven sind sehr regelmäßige, bei 400° tritt eine Verzögerung im Entweichen des Wassers ein, sowie eine Verringerung des Einflusses der Dampfspannung der Umgebung auf die Deshydratation.

Für die Wiederaufnahme des Wassers ergaben sich für Thomsonit, bei verschiedenen Temperaturverlust, folgende Zahlen:

Erhitzungstemperatur	Differenz des Wassergehalts
248°	— 0,74%
300	—10,90
365	— 8,14
420	— 9,08

Daraus ist auf eine sehr rasche Änderung im Absorptionsvermögen zu schließen.

Bei einem weiteren Versuche wurden 1,3426 g Thomsonit in feuchter Luft bei 310° entwässert. Nach sechstägiger Exposition in feuchter Luft war das ursprüngliche Gewicht wieder hergestellt. Diese Substanz (II) wurde zu-

[1]) F. Zambonini, Atti. R. Acc. Napoli **39**, 122 (1908).

sammen mit einer weiteren Menge von 1,3425 g Thomsonit (I) über 43%iger Schwefelsäure belassen, wobei sich folgende Daten ergaben:

	I	II
Nach 5 Stunden	0,09%	— 0,20
Nach 23 Stunden	0,09	— 0,33

Ferner wurden 0,8876 g zuerst auf 298° in feuchter Luft erhitzt und dann vier Tage in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre dann in einer Schale mit 50 ccm einer Salzsäurelösung (mit einem Gehalt von 0,0929 an HCl per Kubikzentimeter) belassen, und ein gleicher Versuch mit frischem Thomsonit angestellt. Die Rückstände wurden gewogen und dabei ergab sich für den natürlichen Thomsonit 39,02%, dagegen für den, welcher das Wasser wieder aufgenommen hatte, 41,04%. Der Verfasser findet vollkommene Analogie des Verhaltens mit jenem des Heulandits (siehe unten diesen).

Die Bestimmungen des Wasserverlustes ergaben nach G. d'Achiardi für den Thomsonit von Eythrea (vgl. S. 21):[1])

bei 80—85°	0,942%
145—150	1,169
205—210	1,107
255—260	1,365
325—330	2,179
Glühverl.	6,556
	13,318

Eigenschaften.

Spaltbar nach (010) vollkommen, weniger nach (100). Unvollkommen muscheliger bis unebener Bruch. Spröde.

Dichte 2,2—2,4. Härte über 5.

Optische Eigenschaften. An Kristallen von Kaaden fand A. Des Cloizeaux:[2])

$$N_\alpha = 1,497; \quad N_\beta = 1,503; \quad N_\gamma = 1,525 \text{ (für Rot)},$$

$$N_\gamma - N_\alpha = 0,027 \text{ (A. Lacroix).}^{3)}$$

Winkel der optischen Achsen[2]):

$$2H_a = 55^\circ\, 22'; \quad 2H_o = 132^\circ\, 26'; \quad 2E = 85^\circ\, 47'.$$

An Kristallen vom Vesuv sind die Werte:[2])

$$2E = 86^\circ \text{ (Rot) und } 89^\circ\, 53' \text{ (Blau).}$$

Für Kristalle von Fassa:

$$2E = 93^\circ\, 25' \text{ (Rot) und } 96^\circ\, 53' \text{ (Blau).}$$

Für Kristalle von Dumbarton:

$$2E = 82^\circ - 82^\circ\, 18' \text{ (Rot) und } 84^\circ\, 11' - 84^\circ\, 42' \text{ (Blau).}$$

---

[1]) G. d'Achiardi, R. Acc. d. Linc. 11 [5a], 251 (1902); Z. Kryst. **40**, 92 (1904).
[2]) A. Des Cloizeaux, Minér. 1862, 374.
[3]) A. Lacroix u. A. Michel-Lévy, Minér. d roches. Paris 1888, 320.

Für Kristalle von Bishopton:

$$2E = 85^0 \text{ zirka (nach A. Lacroix).}[1]$$

Für Kristalle von Mettweiler fand Hahn[2]):

$$2E = 60^0.$$

Neuere Untersuchungen rühren von G. Cesàro her. Den Winkel $2E$ fand er an Kristallen vom Vesuv[3]) für Rot: 85° Doppelbrechung $N_\beta - N_\alpha = 0{,}04$ (zirka).

Kristalle vom Pufler Loch[4]) (Seisser Alpe, Tirol) ergaben:

$$N_\beta - N_\alpha = 0{,}003.$$

Kristalle von den Cyclopeninseln:

$$N_\beta - N_\alpha = 0{,}0028.$$

Kristalle von Kaaden:

$$N_\beta - N_\alpha = 0{,}0026 \text{ bis } 0{,}0033; \quad 2E = 78-86^0.$$

Erhitzen bringt nur geringe Veränderungen des Winkels der optischen Achsen hervor, so bei dem oben erwähnten Kristall von Dumbarton wird derselbe 78° 30′ bei $146^1/_2{}^0$ (nach A. Des Cloizeaux).[5]) F. Rinne[6]) fand Veränderungen der Doppelbrechung bei durch Erhitzen getrübten Kristallen sowie Veränderungen der Lage der optischen Achsenebene.

Thomsonit ist auch pyroelektrisch.

Vor dem Lötrohre ist er unter Anschwellen schmelzbar, es bildet sich weißes Glas. Den Glühverlust fand V. Goldschmidt[7]) zu 12 und 13%, während die Formel mit drei Molekülen Wasser 13,8% verlangt. Bei der Wasserabgabe wird Thomsonit matt und undurchsichtig.

Bei langsamer Abkühlung der Schmelze fand C. Doelter[8]) Anorthitbildung, das Produkt ist ganz kristallin. Mit Salzsäure gelatinierend. A. Kenngott[9]) konstatierte alkalische Reaktion des Thomsonitpulvers, nach dem Glühen war diese schwächer. F. W. Clarke[10]) konstatierte ebenfalls ziemlich starke Reaktion.

Von Umwandlungen in der Natur ist eine solche erwähnt, bei der sich Brauneisen bildet.[11])

Künstliche Umwandlung.

J. Lemberg[12]) hat, wie bei anderen Zeolithen, zahlreiche Versuche mit Thomsonit durchgeführt. Die älteren Versuche betrafen den von Kilpatrik, dessen Analyse sich unter 1 findet.

---

1) A. Lacroix, Bull. Soc. min. **10**, 149 (1887).
2) Hahn, Z. Kryst. **19**, 173 (1891).
3) G. Cesàro, Bull. Acad. sc. Belg. 1907, 397; Z. Kryst. **46**, 485 (1909).
4) Derselbe, ebenda 1908, 619; Z. Kryst. **48**, 211 (1911).
5) A. Des Cloizeaux, Nouv. Rech. l'Institut 1867, 672.
6) F. Rinne, Mon.-Ber. Berliner Ak. **46**, 1194 (1890).
7) V. Goldschmidt u. P. Hermann, N. JB. Min. etc. 1901, I, 20.
8) C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 133.
9) A. Kenngott, ebenda 1867, 770.
10) F. W. Clarke, Journ. Am. Chem. Soc. **20**, 739 (1896); Z. Kryst. **32**, 609 (1900).
11) K. Frenzel, Mineral. Lexikon Sachsens 186 bei R. Blum, Pseudomorphosen 295.
12) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 555 (1876).

	1.	2.	3.	4.	5.
Na_2O . . .	4,20	0,55	11,82	0,68	8,49
K_2O	—	17,53	—	2,99	—
CaO . . .	13,60	2,83	2,94	11,65	7,77
Al_2O_3 . . .	31,72	25,13	24,98	25,66	28,29
SiO_2 . . .	37,21	30,60	30,39	30,43	34,14
H_2O	13,27	8,77	14,96	14,56	12,15
$CaCO_3$ . . .	—	14,59	14,91	14,03	9,16
	100,00	101,00	100,00	100,00	100,00

1. Analyse des Thomsonits.
2. Thomsonit 3½ Monate mit K_2CO_3-Lösung behandelt bei 100°. Chlorkaliumlösung wirkt sehr langsam, es entsteht Kaliumthomsonit.
3. Der erhaltene Kalithomsonit 5 Tage mit Na_2CO_3-Lösung behandelt.
4. Kalithomsonit 1 Monat mit Chlorcalciumlösung behandelt.
5. Thomsonit 3½ Monat mit Na_2CO_3-Lösung behandelt.

Daraus geht hervor, daß das Kalisalz rascher einwirkt als das Natronsalz.

Ferner[1]) wurde Thomsonit aus dem Fassatal, dessen Analyse sich S. 18 findet mit einer Lösung von $Na_2O.SiO_2$ durch 7 Monate behandelt (Temperatur nicht angegeben). Die Zahlen sind:

	6.
Na_2O	12,24
CaO	0,52
Al_2O_3	22,11
SiO_2	56,03
H_2O	9,09
	99,99

Unter dem Mikroskop waren noch unveränderte Teilchen vorhanden. Es hat sich ein natron- und kieselsäurereiches, wasserärmeres Produkt gebildet, dem Natrolith ähnlich.

Eine weitere Versuchsreihe[2]) betraf denselben Thomsonit.

	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Na_2O . . .	—	—	17,01	17,83	17,43	4,72
K_2O . . .	25,46	25,47	—	—	—	16,05
Al_2O_3 . . .	29,09	28,75	28,68	29,05	31,92	31,10
SiO_2 . . .	36,22	36,62	36,25	36,04	42,24	41,68
H_2O . . .	9,23	9,16	18,06	7,06	8,41	6,45
Na_2CO_3 . .	—	—	—	8,91	—	—
	100,00	100,00	100,00	98,89	100,00	100,00

7. Thomsonit durch 147 Stunden bei 200—210° mit 30%iger Lösung von K_2CO_3 behandelt.
8. Wiederholung desselben Versuchs. Dabei ist zu bemerken, daß die ursprüngliche Gestalt der Thomsonitteilchen sich bei diesen beiden Versuchen nicht verändert hatte.
9. Es wurde das bei dem Versuch 7 erhaltene Produkt 17 Tage lang bei 100° mit Kochsalzlösung behandelt.

---

[1]) Derselbe, ebenda 35, 611 (1883).
[2]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 39, 583 (1887).

Wenn jedoch bei 210—220° mit dieser Lösung digeriert wurde, verlief der Vorgang nicht glatt, da sich auch NaCl-haltige Silicate bildeten.

10. Das Produkt des vorigen Versuchs 198 Stunden bei 210—215° mit 16%iger Na_2CO_3-Lösung behandelt, wobei sich Cancrinit bildete.

11. Das im Versuch 9 erhaltene Silicat mit reinem Wasser 588 Stunden bei 210—220° behandelt. Es war etwas NaOH abgespalten worden.

12. Das im vorigen Versuche erhaltene Produkt 194 Stunden bei 210—220° mit KCl-Lösung digeriert, wobei KOH abgespalten wurde. Das Produkt 11 kann nicht als Analcim angesehen werden, da sich daraus kein wasserfreier Leucit bildete.

Einwirkung von Silbernitrat. G. Steiger[1]) hat wie bei anderen Zeolithen diese Einwirkung auf Thomsonit versucht. Das Material wurde mit Silbernitrat fein gemengt und in einer Glasröhre eingeschmolzen und erhitzt. Nachher wurde mit heißem Wasser ausgelaugt und der Rückstand analysiert. Derselbe hatte folgende Zusammensetzung (die Analyse des ursprünglichen Materials siehe S. 20.):

Na_2O	0,71
Ag_2O	23,50
CaO	7,28
Al_2O_3	23,21
SiO_2	33,80
H_2O bei 100°	0,45
H_2O über 100°	8,11
freies Ag_2O	2,56

Der gebildete Silberthomsonit hat nach Abzug des freien Silberoxyds die Formel:

$$2Na_2O . 18Ag_2O . 23CaO . 40Al_2O_3 . 100SiO_2 . 80H_2O.$$

Einwirkung von Chlornatrium und Chlorammonium.

F. W. Clarke u. G. Steiger[2]) haben die Einwirkung von Chlorammonium, wie bei anderen Silicaten, auch auf Thomsonit erprobt (siehe die Methode bei Analcim und bei Leucit). Durch die Einwirkung wurde dem Thomsonit CaO und Na_2O entzogen, dagegen wurde NH_3 aufgenommen.

Die Resultate zweier Versuche sind folgende:

NH_3	2,45	2,67
Na_2O	2,63	2,48
CaO	10,00	9,23
Al_2O_3	30,50	31,34
SiO_2	42,41	42,65
H_2O	11,96	11,81
	99,95	100,18

Daraus wird die nachstehende Formel berechnet:

$$(NH_4)_{144}Na_{84}Ca_{178}Al_{598}(Si_3O_8)_{41}(SiO_4)_{554}.$$

H. C. Mc Neil[3]) behandelte Thomsonit mit geschmolzenem Chlornatrium

[1]) G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 262, 75 (1895); Z. Kryst. **43**, 386 (1908).
[2]) F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. [4] **9**, 117 (1906); Z. Kryst. **36**, 64 (1902).
[3]) H. C. Mc Neil, Journ. Am. Chem. Soc. **28**, 590 (1906); Z. Kryst. **44**, 531 (1907).

es wurde dann die Schmelze mit Wasser ausgelaugt und der Rückstand untersucht. Die Zahlen waren für diesen folgende:

Na_2O	18,51
CaO	2,81
Al_2O_3	33,18
SiO_2	43,60
Cl	2,97
ab $O = Cl_2$	0,97
	100,10

Verwitterung.

K. D. Glinka[1]) untersuchte die Verwitterung des Thomsonits von Zehra-Zkaro bei Borschom (Transkaukasien). Der weiße dichte Thomsonit verändert sich zu einem Aggregat dünnster Härchen von schmutziger Farbe.

	1.	2.
Na_2O	3,60	3,52
CaO	11,81	8,95
Al_2O_3	28,47	25,23
Fe_2O_3	0,40	1,07
SiO_2	42,44	47,42
H_2O	13,05	13,64
	99,77	99,83

1. Unzersetzter Thomsonit.
2. Veränderter Thomsonit.

K. D. Glinka deutet dies als einen Prozeß, welcher unter Einfluß organischer Substanzen verläuft (vielleicht Kronsäure?).

Vorkommen und Genesis des Thomsonits.

Dieses Mineral kommt fast nur in basischen Gesteinen vor, vorzugsweise in Hohlräumen von Melaphyren, Basalten, Doleriten. Auf Erzlagerstätten scheint es selten zu sein. Nicht selten ist es in Nephelingesteinen.

Seine Bildungstemperatur scheint seinem nicht unbedeutenden Wassergehalt entsprechend niedriger zu sein. Doch liegen keine synthetischen Versuche darüber vor, so daß keine genauen Anhaltspunkte darüber vorliegen.

Hydrothomsonit.

Analyse.

δ	2,00
Na_2O	1,17
CaO	4,24
Al_2O_3	29,27
SiO_2	35,38
H_2O	29,80
	99,86

[1]) K. D. Glinka, Tr. Soc. Natural. St. Pétersbourg **24**, 1—175 (1906); Z. Kryst. **46**, 287 (1909).

Aus dem Boden von Tschawka bei Batum am Schwarzen Meer, Spaltenausfüllung; anal. K. D. Glinka, Trav. Soc. des naturalistes de St. Pétersbourg, Section Géologie und Min. **24**, 1 (1906); Z. Kryst. **46**, 284 (1909).

Formel: $(H_2Na_2K_2)Al_2Si_2O_8 . 5H_2O$.

Nach dem Autor liegt ein Zwischenprodukt der Zeolithverwitterung vor. Es gibt zwei Erklärungsweisen für die Genesis des Hydrothomsonits. Er kann entstehen als Verwitterungsprodukt des Thomsonits oder auch als solches von Skolezit; in letzterem Falle wird ein Molekül SiO_2 ausgeschieden. Im ersteren Falle würde nur Wasseraufnahme stattfinden.

Gismondin und Zeagonit.

Monoklin.

Synonym: Abrazit.

Ältere Analysen.

	1.	2.	3.	4.
K_2O	6,80	5,76	2,85	2,79
CaO	7,50	7,70	13,12	13,95
Al_2O_3	25,50	26,04	27,23	29,01
SiO_2	42,60	42,84	35,88	38,35
H_2O	17,66	17,66	21,10	16,29
	100,06	100,00	100,18	100,39

Sämtliche aus dem Leucitit vom Capo di Bove.
1. u. 2. Anal. F. v. Kobell, Journ. prakt. Chem. **18**, 105 (1839).
3. u. 4. Anal. Ch. de Marignac, Ann. chim. phys. **14**, 41 (1845).

Neuere Analysen von Gismondin.

	5.	6.	7.	8.
Na_2O	—	—	—	1,82
K_2O	2,44	2,33	2,23	2,35
CaO	14,54	14,41	14,76	13,15
Al_2O_3	28,38	27,92	28,21	28,34
Fe_2O_3	0,17	—	—	—
SiO_2	33,45	33,86	33,48	34,19
H_2O	20,92	20,97	21,09	20,41
	99,90	99,49	99,77	100,26

5. Gelblich, halbdurchsichtig von Vallerano (Umgebung von Rom), aus Leucitit; anal. F. Zambonini, N. JB. Min. etc. 1902, II, 63.
6. Vom Capo di Bove, Kristalle mit Kalkspat verwachsen; anal. wie oben.
7. Von Mostacciano aus Leucitit (Umgeg. von Rom); anal. wie oben.
8. Aus Basalt von Nicolstadt (Schlesien); anal. A. Sachs, ZB. Min. etc. 1904, 215.

Über die Varietät Zeagonit hat St. J. Thugutt eingehende Untersuchungen veranstaltet. Dieser erscheint als Umwandlungsprodukt des Nephelins.

Die Analysen St. J. Thugutts sind nicht an reinem Material, sondern an in Zeagonit zersetztem Nephelin vom Löbauer Berg ausgeführt worden.

Es wurde das Muttergestein, der Nephelinit, durch Methylenjodid und den Elektromagneten in seine Bestandteile zerlegt und der Nephelin vom Zeagonit getrennt. Durch Abrechnung von noch vorhandenem Nephelin erhält St. J. Thugutt dann die Zusammensetzung des Zeagonits.

Während des Druckes erschienen zwei neue Analysen:

	9.	10.
δ	2,256	—
Na_2O	0,41	2,04
K_2O	2,87	—
CaO	12,34	13,90
Al_2O_3	27,04	28,00
Fe_2O_3	0,23	—
SiO_2	37,60	35,78
H_2O	20,07	20,41
	100,56	100,13

9. Vom Capo di Bove, weiße kleine Kristalle; anal. E. Zdarek bei G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. 126, 548 (1917).
10. Vom Schieferberg bei Salesl; anal. G. Tschermak, wie oben.

Bei 110° gab der Gismondin vom Capo di Bove 6,30% Wasser ab.

Zeagonit-Analysen vom Löbauer Berg.

	11.	12.	13.	14.	15.
Na_2O	0,95	1,93	2,01	—	—
K_2O	6,42	4,60	4,79	5,10	5,85
MgO	0,25	0,25	0,26	0,31	—
CaO	6,25	7,47	7,78	9,10	9,29
Al_2O_3	19,03	26,03	27,10	22,77	23,27
Fe_2O_3	6,97	—	—	—	—
SiO_2	40,53	38,97	40,57	42,34	41,06
H_2O	16,56	16,80	17,49	20,38	20,53
Rückstand in HCl	2,11	3,01	—	—	—
	99,07	99,06	100,00	100,00	100,00

11. Zusammensetzung des durch mechanische Analyse isolierten Zeagonits; anal. St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. 1900, II, 70
12. Zweiter Teil durch verdünntes Methylenjodid (statt wie bei der vorigen Analyse durch Thouletsche Lösung isolierten Zeagonits).
13. Aus den Zahlen der Analyse Nr. 12 wurde der Rückstand als Diaspor abgezogen.
14. Da in Analyse Nr. 12 noch Nephelin vorhanden ist und zwar 13,97%, liegt hier noch ein Gemenge von Zeagonit mit Nephelin vor. Nach Abzug der als Nephelin berechneten Zahlen von Na_2O, K_2O, MgO, CaO, Al_2O_3, SiO_2 und H_2O aus der Analyse des betreffenden Nephelins berechnet,[1]) ergeben sich die Zahlen für den reinen Zeagonit.
15. Theoretische Zusammensetzung nach der Formel:

$8CaAl_2Si_3O_{10} . 3K_2Al_2Si_3O_{10} . 55H_2O$, wie oben.

Formel.

C. F. Rammelsberg konnte nur die älteren Analysen von Ch. de Marignac u. F. v. Kobell berechnen. Er ist der Ansicht, daß, da die Analysen verschiedene Resultate ergaben, denselben verschiedene Substanzen zugrunde lagen.

[1]) Vgl. Bd. II, 2, S. 211.

Die Marignacsche Analyse ergibt:

$$R:Al:Si:H_2O = 1:2:2{,}4:4{,}4 \quad \text{und} \quad K:Ca = 1:4.$$

Er nimmt die Formel an:

$$R_4Al_8Si_9O_{34} \,.\, 16\,H_2O.$$

Die Analysen F. v. Kobells zeigen das Verhältnis:

$$R:Al:Si:H_2O = 1:2:2{,}8:4 \quad \text{und} \quad K:Ca = 1:1.$$

Diese Zahlen stimmen mit den Analysen von Phillipsit vom Capo di Bove und vom Vesuv überein.

Tatsächlich ist mehreremal Gismondin untersucht worden, welcher Phillipsit war. So bezieht sich eine Analyse von R. Allan[1]) auf Phillipsit (Carpi hatte Wollastonit irrtümlich für Gismondin angesehen und analysiert).[2])

F. W. Clarke[3]) schreibt die Formel des Gismondins $Al_6(SiO_4)_6Ca_3 \,.\, 12\,H_2O$ oder, weil ein Drittel des Wassers unter 100° entweicht:

$$H_8Ca_3Al_2(SiO_4)_6(AlH_2O_3)_4 \,.\, 4\,H_2O.$$

F. Zambonini stellte auf Grund seiner Analysen folgende Molekularverhältnisse auf:

		RO	Al_2O_3	Si_2O	H_2O
Analyse	Nr. 5	1,04	1	2	4,16
„	Nr. 6	1,03	1	2,06	4,25
„	Nr. 7	1,04	1	2,01	4,23

Daraus ergibt sich die Formel:

$$CaAl_2Si_2O_8 \,.\, 4\,H_2O.$$

Dieses Silicat war von A. Streng als eines der zwei konstituierenden Silicate der Chabasitreihe aufgestellt worden. Alle früheren Hypothesen, welche sich auf die alten Analysen beziehen, werden von F. Zambonini als unrichtige zurückgewiesen.

Auch P. Groth[4]) sieht in dem Gismondin ein Anorthithydrat.

$$CaAl_2Si_2O_8 \,.\, 3\,H_2O.$$

F. Zambonini[5]) nimmt für Gismondin die von Ch. Friedel[6]) u. A. Sarasin aufgestellte Konstitutionsformel an:

NaOSiO > Al₂ < Ca < OSiO > Al₂ <
NaOSiO   OSiO

St. J. Thugutt,[7]) welcher die Varietät Zeagonit als Zersetzungsprodukt des Nephelins darstellte, geht von dieser Umwandlung aus. Aus der be-

[1]) R. Allan, Man. of. Miner. 208.
[2]) Leonhards Taschenbuch 1820, 218; Mem. Soc. ital. di sc. natur. res. in Modena 1820, 18.
[3]) F. W. Clarke, Am. Journ. **48**, 187 (1894).
[4]) P. Groth, Tabl. systém. Genève 1904, 168.
[5]) Ch. Friedel u. A. Sarasin, Bull. soc. chim. **41**, 593 (1884).
[6]) F. Zambonini, N. JB. Min. etc. 1902, II, 93.
[7]) St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. 1900, II, 70.

rechneten Zusammensetzung des Zeagonits (Nr. 15, siehe S. 31) ergibt sich die Formel:

$$8\,CaAl_2Si_3O_{10}\,.\,3\,K_2Al_2Si_3O_{10}\,.\,55\,H_2O\,.$$

Der Zeagonit ist als Kalkkali-Natrolith zu bezeichnen. Der Gismondin Ch. v. Marignacs ist nach ihm ein Gemenge von Zeagonit und Hydrargillit, in welchem auch ein Teil Kali des Radikals $K_2Al_2Si_3O_{10}$ durch CaO ersetzt ist.

G. Tschermak[1]) berechnet aus den Analysen 9 u. 10 folgende Verhältnisse:

	Si : Al : Ca : H	Si : H
9.	2,36 : 2 : 0,972 : 8,42	1 : 3,573
10.	2,17 : 2 : 1,025 : 8,27	1 : 3,818

Der Gismondin von Salesl bietet, vom Sauerstoff abgesehen, das Verhältnis $CaAl_2Si_2H_8$. Gismondin besteht aus dem Kern $CaAl_2Si_2O_8$, dem Wasser angegliedert ist. G. Tschermak schreibt die Formel: $H_2O.Si_2Al_2CaO_8O_2H_4 + Aq$.

Im zweiten Teil seiner Arbeit berechnet G. Tschermak[2]) sämtliche neuere Analysen des Gismondins, wobei er den Pseudophillipsit, welchen F. Zambonini[3]) als Mittelding zwischen Phillipsit und Gismondin bezeichnete, dem Gismondin einverleibt. Aus der Zersetzung der Gismondine vom Capo di Bove und von Salesl mit $10\,^0/_0$ iger Salzsäure schließt er auf die Anwesenheit einer Orthokieselsäure. Der Gismondin verliert bei 100^0 etwas weniger als 1 Mol. Wasser, welches als Kristallwasser betrachtet wird. Aus den Analysen von A. Sachs und F. Zambonini läßt sich die Formel:

$$H_6CaAl_2Si_2O_{11} + Aq.$$

berechnen, während aus anderen Analysen sich eine kieselsäurereichere Komponente berechnen läßt, welcher die Formel:

$$H_8CaAl_2Si_3O_{14} + Aq.$$

zugeschrieben wird. Diese Formel stimmt mit der St. Thuguttschen Zeagonitformel überein. Doch ist nach St. Thugutt Zeagonit ein Gemenge. Nach G. Tschermak gäbe es zweierlei Gismondine, den ersten kommt eine einfache Verbindung zu, den anderen eine Zusammensetzung aus den zwei isomorphen Verbindungen:

$$H_8CaAl_2Si_3O_{14} + Aq.$$
$$H_6CaAl_2Si_2O_{11} + Aq.$$

Diese lassen sich schreiben:

$$SiO_4H_4\,.\,Si_2CaAl_2O_8H_4O_2 + Aq.$$
$$H_2O\,.\,Si_2Al_2CaO_8H_4O_2 + Aq.$$

Es wäre nur zu erwägen, ob sich die Zusammensetzung der kieselsäurereicheren Gismondine nicht einfacher als feste Lösungen des erwähnten Anorthithydrats mit einer Kieselsäure erklären ließen.

[1]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 550 (1917).
[2]) G. Tschermak, l. c. **127**, 221 (1918).
[3]) F. Zambonini, siehe bei Phillipsit.

Eigenschaften.

Keine Spaltrichtung. Bruch unvollkommen muschelig. Zerbrechlich. Härte 4—5. Dichte 2,265.

Der Winkel der optischen Achsen ist nach A. Des Cloizeaux[1]) $2H_a$ = zirka 91—93° (rot). F. Rinne[2]) untersuchte das Vorkommen vom Hohenberg (Westfalen). Die Winkel sind:

	$2H_a$	$2H_o$	$2V$ (ber.)	N_β
Li-Licht	86° 58′	104° 11′	82° 11′	1,5348
Na-Licht	87 34	103 38	82 43	1,5385
Tl-Licht	88 10	102 54	83 19	1,5409

Beim Erhitzen verschwindet die ursprüngliche Zwillingsstruktur und optisch nähert sich der Kristall einem tetragonalen. Nach F. Zambonini[3]) wird der Gismondin durch Erhitzen rhombisch.

Vor dem Lötrohre wird Gismondin weiß und gibt lebhaftes Licht; weiterhin schmilzt er unter starkem Anschwellen. Im Kölbchen viel Wasser mit sehr wenig bestimmter alkalischer Reaktion (F. Zambonini.)[3])

Durch Salzsäure ist das Mineral leicht zersetzbar, unter Abscheidung von gelatinöser Kieselsäure.

St. J. Thugutt[4]) hat eine mikrochemische Reaktion gegeben. Wenn man der Reihe nach Silbernitrat und Kaliumchromat auf ihn einwirken läßt, so färbt sich Zeagonit rot. Später[5]) hat derselbe einen Unterschied gegen Phillipsit durch das Verhalten zu Methylenblau und Silbernitrat gefunden.

Daraus geht hervor, daß der Löbauer Zeagonit ein Gemenge von Phillipsit und Levyn ist.

F. Grandjean[6]) wies nach, daß Gismondin Quecksilber absorbiert.

Umwandlung.

Nach F. Sandberger[7]) kann sich Gismondin in Phillipsit umwandeln. Auch in Mesotyp soll nach A. Streng[8]) Umwandlung vorkommen. Derselbe Forscher beobachtete auch eine solche in eine bolähnliche Substanz.

Genesis.

Gismondin scheint sich aus Plagioklas zu bilden. Der sehr hohe Wassergehalt deutet auf eine Entstehung bei niedriger Temperatur. Aus Anorthit bildet er sich nach Ch. R. van Hise[9]) nach folgender Reaktionsgleichung:

$$3\,CaAl_2Si_2O_8 + 12\,H_2O = Ca_3Al_3Si_6O_{24} \,.\, 12\,H_2O + k.$$

Die Volumvermehrung k beträgt 52,76%.

[1]) A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **6**, 301 (1884).
[2]) F. Rinne, Mon.-Ber. Berliner Ak. 1899, 1027; Z. Kryst. **20**, 302 (1892).
[3]) F. Zambonini, l. c. 90.
[4]) St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. 1900, II, 77.
[5]) Derselbe, Sitz.-Ber. Warschauer Ges. d. Wissensch. 1911, 94.
[6]) F. Grandjean, Bull. Soc. min. **33**, 5 (1910).
[7]) F. Sandberger, N. JB. min. etc. 1874, 174.
[8]) A. Streng, ibid. 1874, 586.
[9]) Ch. R. van Hise, Metam. 262.

Was den Zeagonit anbelangt, hat St. J. Thugutt[1]) nachgewiesen, daß er ein Umwandlungsprodukt des Nephelins ist. Das Natrium wird durch Calcium ersetzt, was J. Lemberg[2]) künstlich durchführte. In der Natur geht der Prozeß nach St. J. Thugutt durch die Einwirkung von Kalksalzen und Wasser vor sich. Er stellt folgende Reaktionsgleichung auf:

$$8Na_2Al_2Si_3O_{10}\,.\,4Na_2Al_2O_4\,.\,3K_2Al_2Si_3O_{10} + 8CaX + 55H_2O = 8CaAl_2Si_3O_{10}\,.\,3K_2Al_2Si_3O_{10}\,.\,55H_2O + 4Na_2Al_2O_4.$$

Hierbei ist zu bemerken, daß der von St. J. Thugutt untersuchte Zeagonit nach seiner letzten Mitteilung ein Gemenge ist, so daß er nicht mit dem Gismondin identifiziert werden soll.

Die eben behandelten Zeolithe wurden als Hydrate des Anorthitsilicates $CaAl_2Si_2O_8$ aufgefaßt. Die nunmehr zu betrachtenden Zeolithe lassen sich auffassen als zusammengesetzt aus einem Anorthitsilicatkern (bzw. Nephelinsilicatkern), an welche sich Kieselsäure und Wasser anlagern. Für die Anlagerung des letzteren lassen sich verschiedene Ansichten aufstellen.

Das früher (vgl. S. 2) besprochene eigentümliche Verhalten des Zeolithwassers suchte ich seinerzeit aus der an den Kern gebundenen Kieselsäure zu erklären, ebenso die Absorptionsfähigkeit anderer Stoffe, welche S. 4 genannt wurden.[3])

G. Tschermak[4]) nimmt in seiner neuen Arbeit dreierlei Wasser an, das des Kernes, das der Kieselsäure und Kristallwasser. Das Wasser, welches bei 100° entweicht, wird als Kristallwasser angenommen. Er vergleicht auch die Eigenschaft der Zeolithe, beim Wasserverlust klar zu bleiben, mit dem Verhalten der Kieselgele, ebenso die Eigenschaft der Wiederaufnahme von Wasser nach Entwässerung.

Hydratwasser und das von der Kieselsäure abgegebene entweichen gleichzeitig, so daß eine eventuelle Gliederung des Hydratwassers undeutlich würde. Manche Zeolithe enthalten nach G. Tschermak drei Arten von Wasser, andere zeigen kein Kristallwasser. Er bringt die Abstufungen des Kristallwassers mit den von F. Rinne beobachteten optischen Änderungen, welche sich sprunghaft vollziehen, in Zusammenhang. Er schließt auf Abstufungen des Wassergehaltes; so ist in Desmin und Heulandit nach ihm der Wassergehalt gegliedert.

Für die Konstitution der Zeolithe wurden von G. Tschermak drei Schemata gegeben. Die Kieselsäure ist an den Kern gebunden; es können auch zwei Kieselsäuren auftreten.[5])

Was nun den Kern jener wasserreichen Zeolithe anbelangt, welcher als wasserhaltig aufzufassen ist, so kann dieser Wassergehalt dem Kern entweder durch Hauptvalenzen, oder durch Nebenvalenzen angefügt sein.

Um für beide Arten von Zeolithen, sowohl für solche, welche einen wasserfreien Kern, oder für jene, welche einen wasserführenden Kern enthalten,

---

[1]) St. J. Thugutt, l. c. 66 ff.

[2]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 627 (1888), siehe auch **39**, 575 (1887) und **35**, 613 (1883).

[3]) C. Doelter, Phys.-chem. Min. 1905, 179.

[4]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 573 (1917).

[5]) Derselbe, ebenda 578.

eine gleichmäßige Annahme zu machen, ist die Bindung von Nebenvalenzen anzunehmen. Die Einteilung von G. Tschermak zeigt also eine Gruppe von wasserarmen Zeolithen, die neben dem wasserfreien Kern noch eine (oder mehrere) Kieselsäuren und Aq. enthalten, dann eine Abteilung, bei welchen noch ein Atom H_2O hinzutritt, während die dritte Abteilung, die der wasserreichsten neben dem wasserfreien Kern und der Kieselsäure zwei Moleküle H_2O als Nebenvalenzen aufweist.

Im zweiten Teil[1]) seiner Arbeit kommt er jedoch durch Neuberechnung der Analysen zu dem Schlusse, daß viele Zeolithe als isomorphe Mischungen von Doppelsalzen zu betrachten sind. Dadurch wird der schwankende Kieselsäuregehalt erklärt, welcher bei manchen Zeolithen beobachtet wird.

Konstitution des Kernes. Die wasserfreien Kerne sind $CaAl_2Si_2O_8$, bzw. $Na_2Al_2Si_2O_8$. Nach G. Tschermak[2]) kann jedes der beiden Silicate in drei isomeren Modifikationen auftreten. Als Orthosilicat haben wir die Struktur

Ca—Si<(Al, Al)>Si—   Na—Si<(Al, Al)>Si—Na.

In diesem Falle wird bei der Zersetzung Orthokieselsäure abgeschieden.

Im zweiten Falle wird bei der Zersetzung Metakieselsäure abgeschieden und die Verbindung als Metasilicat aufgefaßt werden:

$\overline{Si}$═Al—Ca—Al═Si   und   Si<(Al(—Na), Al(—Na))>$\overline{Si}$.

Endlich kann man die Kerne von der Kieselsäure H_2═Si═Si═H_2 ableiten:

Ca—Al═Si═Si═Al — .

Bei den wasserhaltigen Kernen kann das Wasser entweder durch Nebenvalenzen oder durch Hauptvalenzen gebunden sein.

Es ergeben sich folgende Strukturen, je nachdem nur ein H_2O oder zwei angegliedert sind. Die eine Konstitutionsformel gilt für die Annahme eines Orthosilicats, die anderen für einen Disilicatkern.

Disilicat:

Ca═Si═Si<(Al, Al═H_2)   Ca═Si═Si<(Al═H_2, Al═H_2).

Orthosilcat:

Ca═Si<(Al, Al—H)>Si—H   Ca═Si<(Al—H, Al—H)>Si═H_2.

[1]) G. Tschermak, l. c. **127**, 177 (1918).
[2]) Derselbe, ebenda **126**, 570 (1917).

Laumontit.

Synonym: Laumonit.

Varietäten: Caporcianit, Leonhardit.

Monoklin-holoedrisch. $a:b:c = 1,0818:1:0,5896$; $\beta = 99^0 18'$ (P. Groth). $a:b:c = 1,1451:1:0,5906$ (nach W. W. Miller). $\beta = 68^0 46\frac{1}{4}'$.

Analysenzusammenstellung.

Da die Analysen sich chemisch untereinander nur wenig unterscheiden, so können wir deren Einteilung nur nach geographischen Gesichtspunkten, nach chronologischen oder nach Autoren vornehmen. Ich habe die geographische gewählt.

Schweiz.

	1.	2.
K_2O	—	1,62
MgO	—	0,76
CaO	10,72	11,98
FeO	—	0,31
Al_2O_3	24,12	20,65
SiO_2	51,26	47,41
H_2O	13,90	17,27
	100,00	100,00

1 Aus Granit mit Bleiglanz, vom Tiefengletscher (Uri); anal. C. R. v. Fellenberg, N. JB. Min. etc. 1869, 374.

2. Auf Klüften des Sandsteins vom Ralligflühen (Kant. Bern); anal. Derselbe, Berner naturf. Ges. 1865, 54 und N. JB. Min. 1865, 478.

Deutschland.

	3.	4.	5.	6.
δ	2,28	—	—	—
Na_2O	—	1,97	0,90	0,21
K_2O	—	—	2,20	0,53
CaO	11,76	9,28	9,86	11,69
Al_2O_3	21,36	20,73	21,96	22,75
SiO_2	51,09	53,88	50,42	50,64
H_2O	15,35	13,96	14,63	14,80
	99,56	99,82	99,97	100,62

3. Von Striegau, in Drusenräumen des Granits; anal. H. Traube, N. JB. Min. etc. 1887, II, 67.

4. Aus dem Plauenschen Grund, ziegelrot; anal. E. Zschau, Isis, 1893; Z. Kryst. **25**, 618 (1896).

5. Auf Kluftflächen des Melaphyrs, Niederkirchen bei Wolfstein (Pfalz); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **29**, 501 (1877).

6. Aus Melaphyr von Heimbach bei Oberstein a. d. Nahe; anal. V. Dürrfeld, Z. Kryst. **50**, 257 (1912).

Tirol.

	7.	8.
δ	2,374	2,281
Na_2O	—	2,54
CaO	12,23	12,18
Al_2O_3	22,44	20,78
Fe_2O_3	—	0,34
SiO_2	52,92	53,33
H_2O	12,38	10,45
	99,97	99,62

7. Leonhardit vom Floitengrund, Zillertal; anal. A. Smita, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1877, 268.

8. Von Schloß Runkelstein (Sarntal); anal. Gericke, Journ. prakt. Chem. **69**, 319 (1856); Ann Chem. u. Pharm. **99**, 110.

Ungarn.

	9.	10.	11.
Na_2O	0,31	0,16	—
K_2O	0,55	0,50	—
CaO	11,09	11,39	10,54
Al_2O_3	21,60	22,08	22,14
SiO_2	53,14	52,01	57,21
H_2O	13,31	13,94	11,02
	100,00	100,08	100,91

9. Leonhardit von Schemnitz, aus andesitischem Gestein; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **29**, 500 (1877).

10. Von ebenda; anal. Derselbe, ebenda **37**, 984 (1885).

11. Aus zersetztem Augitporphyrit im Arányostal (Siebenbürgen), zwischen Borév und Sinfálva; anal. B. Medgyesy, Z. Kryst. **11**, 264 (1886).

Frankreich.

	12.	13.	14.
δ	—	2,290	—
Na_2O	5,20	—	—
K_2O	4,00	—	—
MgO	2,20	—	—
CaO	2,20	9,41	12,17
Al_2O_3	21,00	22,56	22,03
SiO_2	46,00	52,47	50,45
H_2O	19,80	15,56	15,74
	99,40	100,00	100,39

12. Aus Basalt von Prudelles (Puy de Dôme); anal. Laval bei A. Gonnard, Minér. d. Puy de Dôme 1876, 67.

Die Analyse zeigt eine abnorme Zusammensetzung, wohl infolge von verunreinigtem Material.

13. Von Huelgoat (Côtes du Nord), auf Bleierzgrube; anal. F. Malaguti u. A. Durocher, Ann. min. **9**, 325 (1846); ältere Analyse stammt von K. Gmelin (1820).

Von hier stammt auch die älteste Laumontitanalyse aus dem Jahre 1810 von Vogel.

14. Von ebenda; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 985 (1885).

Italien.

	15.	16.	17.	18.
δ	2,33	—	—	—
Na_2O, K_2O	—	—	1,62	— —
MgO	—	0,52	11,03	—
CaO	11,14	8,34	16,77	13,23
Al_2O_3	21,43	19,28	19,38	21,44
Fe_2O_3	—	3,13	—	—
SiO_2	50,38	53,78	47,79	52,42
H_2O	16,15	15,00	3,41	14,42
	99,10	100,05	100,00	101,51

15. Von Courmayeur (Piemont); anal. P. A. Dufrénoy, Ann. mines **8**, 503 (1835). Aus Kupfererzgang.

16. Von Monte Catini (Toscana); anal. E. Bechi, Tr. R. Acc. Linc. **3**, 115 (1879).

17. Schneiderit aus Serpentin von Monte Catini; anal. E. Bechi, Am. Journ. **14**, 64 (1852). Auffallend wenig Wasser! Unerklärlich ist der hohe Magnesiagehalt.

18. Umwandlungsprodukt des Perthits aus dem Granulit von Cala francese (Insel Maddalena); anal. C. Rimatori, R. Acc. d. Linc. [5a] **11**, 542 (1902); Z. Kryst. **40**, 93 (1904).

Caporcianit.

	19.	20.	21.
Na_2O	0,25	1,17	—
K_2O	1,11	0,20	--
MgO	1,11	—	—
CaO	9,68	12,02	11,9
Al_2O_3	22,83	21,50	21,7
SiO_2	52,02	50,10	51,2
H_2O	13,17	15,06	15,0
	100,17	100,05	98,8

19. Aus dem Gabbro rosso des Monte Caporciano bei Impruneta (Toscana); anal. E. Bechi, Am. Journ. **14**, 62 (1852).

20. Von Monte Catini (Toscana); anal. E. Baschieri, Proc. verb. Soc. tosc. d. sc. nat. Pisa **16**, 34 (1907); Z. Kryst. **46**, 479 (1909).

21. Berechnete Zusammensetzung, welche die Identität des Minerals mit dem Laumontit von der Formel $CaAl_2Si_4O_{12} . 4H_2O$ zeigt.

Russisches Reich.

	22.	23.	24.	25.	26.
δ	—	—	2,3173	—	—
Na_2O	1,40 (Na₂O + K₂O)	—	2,06	2,90	—
K_2O		—	4,01	4,02	—
MgO	0,52	—	—	0,19	0,40
CaO	10,15	12,22	7,65	7,58	12,32
Al_2O_3	22,05	23,04	22,30	21,01	22,35
Fe_2O_3	—	—	0,12	0,55	—
SiO_2	52,45	52,31	50,94	51,30	52,45
H_2O bis 110°	2,01*)	12,43	2,03	1,96	13,79
H_2O unter 110°	14,18		11,39	11,14	
	102,76	100,00	100,50	100,65	101,31

*) Unter 100°.

22. Vom Borschomberge bei Tiflis; anal. P. Zemjatschensky, Z. Kryst. **25**, 574 (1896).
23. Vom Bambuk-Tschay-Fluß (Kaukasus); anal. derselbe, Z. Kryst. **34**, 703 (1901).
24. Leonhardit als Kontaktmineral von Tscheschmedshi (Simferopol); anal. A. Fersmann, Tr. Musée Pierre le Grand St. Pétersb. 1908 103; N. JB. Min. etc. 1912, I, 405.
25. Von ebenda, Umwandlungsprodukt aus porphyrischen Feldspaten; anal. wie oben.
26. Von Retschnaja-Bucht (Komandor-Inseln); anal. Janczewsky bei J. Morozewicz, Mém. com. géol. Russe **72** (1912); nach Z. Kryst. **55**, 201 (1915).

Schottland.

	27.	28.	29.	30.
MgO	—	0,87	—	—
CaO	9,67	12,86	12,00	12,43
Al_2O_3	22,94	20,13	22,30	21,23
SiO_2	53,04	53,95	52,30	51,17
H_2O	14,64	12,42	14,20	15,17
	100,29	100,23	100,80	100,00

27. Storr auf der Insel Skye; anal. Scott, Edinbg. N. Phil. Journ. **53**, 284 (1852).
28. Insel Skye; anal. E. Mallet, Am. Journ. **22**, 179 (1856).
29. Von ebenda; anal. L. v. Babo u. C. Delffs, Pogg. Ann. **59**, 339 (1843).
30. Von ebenda; anal. wie oben.

Schweden und Finnland.

	31.	32.	33.	34.	35.
CaO	12,90	10,69	10,48	10,27	10,34
Al_2O_3	21,63	17,66	19,76	22,52	32,31
Fe_2O_3	1,42	3,99	1,93	1,89	2,03
SiO_2	53,73	53,85	53,24	54,00	52,33
H_2O	10,57	13,81	13,99	12,07	13,15
	100,25	100,00	99,40	100,75	100,16

31. Weiß von Fahlun; aual. Ewert, Akad. Abh. Lund 1875, 21.
32. Rot von Willstadt; anal. wie oben.
33. Rot von Skanellaholm in Uppland; anal. wie oben.
34. Rot von Wattholma; anal wie oben.
35. Rot von Bisperg; anal. wie oben.

	36.	37.	38.
Na_2O	—	—	2,06
K_2O	—	—	
MgO	—	—	1,04
CaO	11,02	12,53	9,60
Al_2O_3	19,29	19,06	18,90
Fe_2O_3	3,29	2,96	2,88
SiO_2	54,80	51,61	50,44
H_2O	11,88	14,02	14,51
	100,28	100,18	99,43

36. Rot von Bisperg; anal. Brunius bei Ewert, wie oben.
37. Blaßroter Mehlzeolith von Mora Stenar bei Upsala; anal. A. Sjögren, Pogg. Ann. **78**, 415 (1849).
38. Von Helsingfors (Finnl.), aus Hornblendegneis, rot; anal. J. P. Arppe, Anal. Finsk. Miner. 1857, 22.

Nord-Amerika.

	39.	40.	41.	42.	43.
Na_2O	0,19	0,48	—	1,14	3,45
K_2O	0,35	0,42	—	2,58	3,41
MgO	—	—	—	1,13	1,31
CaO	11,88	11,24	11,71	4,59	0,98
Al_2O_3	21,52	21,30	21,12	10,19	22,58
Fe_2O_3	0,94	—	—	1,19	2,55
SiO_2	51,43	52,07	51,98	57,92	55,21
H_2O	13,81	14,58	15,05	21,26	10,51
	100,12	100,09	99,86	100,00	100,00

39. Aus Basalt des Table Mountains (Color.); anal. F. W. Hillebrand, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 20, 16 (1885); Am. Journ. **23**, 135 (1882).
40. Von ebenda, weiß; anal. wie oben.
41. Aus Gneis von Phippsburg (Maine); anal. A. Dufrénoy, Ann. min. **8**, 503 (1835).
42. Vom Lake Superior in Kupfererzgängen im Trap, umgewandelt, braunrot; anal. Lewinstein, Ann. Chem. u. Pharm. 1860, 11.
43. Von ebenda, grün, verändert; anal. wie oben. Zu wenig Kalk.!

	44.	45.	46.
δ	—	—	2,253
CaO	10,57	12,07	11,89
Al_2O_3	21,69	21,64	22,20
SiO_2	55,50	51,43	52,12
H_2O	11,93	15,26	14,12*)
	99,69	100,40	—

44. Von Copper Falls; anal. L. Barnes, Am. Journ. **26**, 30 (1853).
45. Aus Trapp von Fort George (N. Scotia); anal. H. How, Am. Journ. **26**, 30 (1858).
46. Von Berks Co. (Pennsylv.); anal. E. F. Smith, Proc. Acad. nat. sc. Philadelphia **62**, 538 (1910); Z. Kryst. **52**, 79 (1913).

	47.
Na_2O	1,23
K_2O	0,40
CaO	10,68
MgO	0,97
FeO	0,15
Al_2O_3	22,48
Fe_2O_3	0,55
SiO_2	51,34
H_2O unter 100°	1,66
H_2O über 100°	10,14
CO_2	0,10
	99,70

47. Durch Hämatit rot gefärbt, aus Diabas von dem Keweenawangebiet (Minnesota); anal. F. F. Crout, Journ. of Geol. **18**, 633 (1910); N. JB. Min. etc. 1913, I, 93.

*) Glühverlust.

Süd-Amerika und West-Indien.

	48.	49.	50.	51.
Na_2O	—	—	0,59	1,39
K_2O	—	—	1,25	2,82
MgO	14,10	10,26	—	—
CaO	—	—	9,79	8,77
Al_2O_3	19,90	18,94	20,44	17,95
Fe_2O_3	—	—	0,59	—
SiO_2	50,10	52,10	53,67	47,60
H_2O	16,00	17,33	13,52[1])	13,53[1])
	100,10	98,63	99,85	99,78[2])

48. Aus Hohlräumen des Porphyrs vom Alto de los Juncos, Peuco-Cordillere (Chile); anal. I. Domeyko, Ann. min. **9**, 3 (1846).
49. Aus den Kupfergruben von Tamaya, Mina del Pique (Chile); anal. Derselbe, Miner. Chiles, 1879, 607.
50. Auf Klüften von Konglomeraten bei St. Johns, Insel St. Barthelemy (Westind.); anal. G. Nordström bei P. T. Cleve, Vet. Ak. Handl. Stockholm **9**, 30 (1870).
51. Aus schwarzem Mandelstein, Insel Anguilla (Westind.); anal. Westmann bei P. T. Cleve, wie oben.

Australien.

	52.
δ	2,5
MgO	0,48
CaO	11,00
Al_2O_3	22,83
SiO_2	53,27
H_2O	12,65
	100,23

52. Aus blaugrauem Schiefer Bathurst Road, Cox River (N. S. Wales); anal. A. Liversidge, Min. Mag. I, 1876, 54; Z. Kryst. **1**, 76 (1877) und **8**, 89 (1884).

Nach Schluß des Manuskriptes, während der Korrektur erschien noch folgende Analyse:

Norwegen.

	53.
Na_2O	0,94
CaO	11,69
Al_2O_3	21,87
SiO_2	53,03
H_2O	12,60
	100,13

53. Leonhardit von Kongsberg (Norw.); anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 544 (1917).

Daraus berechnet G. Tschermak:

Si : Al : Ca : H	Si : H
4,11 : 2 : 1,04 : 6,54	1 : 1,592

[1]) Davon entweichen 2,20% unter 100°.
[2]) Außerdem 7,72 $CaCO_3$.

Formel des Laumontits.

C. F. Rammelsberg[1]) hat einige Analysen berechnet.

Fundort	Analytiker	Ca : Al : Si : H_2O
Tiefengletscher	R. v. Fellenberg	0,8 : 2 : 3,6 : 3,3
Ralligfluh	R. v. Fellenberg	1,3 : 2 : 3,9 : 4,7
Huelgoat	J. Lemberg	1,0 : 2 : 3,9 : 4
Port George	Haw	1 : 2 : 4 : 4
Floitental	A. Smita	1 : 2 : 4 : 4,1
Cox River	A. Liversidge	0,9 : 2 : 4 : 3,1
Schemnitz (Leonhardit)	J. Lemberg	1 : 2 : 4 : 3,6
Table Mountains	W. F. Hillebrand	1,1 : 2 : 4,1 : 4
Striegau	H. Traube	1 : 2 : 4,1 : 4
Phipsburg	P. A. Dufrénoy	1 : 2 : 4,2 : 4
Sarntal	Gericke	1 : 2 : 4,2 : 4,1
Morra Stenar	A. Sjögren	1,5 : 2 : 4,6 : 4,3

Im allgemeinen ist die Proportion 1:2:4:4, daher die Formel:

$$CaAl_2Si_4O_{12} . 4H_2O.$$

Die Formel wird, je nach der Auffassung über die Rolle des Wassers verschieden geschrieben. So nimmt C. Hintze[2]) an, daß zwei Moleküle Wasser als Konstitutionswasser aufzufassen wären, dann ist die Formel:

$$H_4CaAl_2Si_4O_{10} . 2H_2O.$$

Dies ist die Formel von G. Tschermak[3]) und von E. Dana.[4])

P. Groth[5]) schreibt:

$$Ca(Al . 2OH)_2(Si_2O_5)_2 . 2H_2O.$$

Die Konstitution des Laumontits wird von F. W. Clarke[6]) durch die Formel:

$$Al_4X_6Ca_2H_8 . 4H_2O \quad \text{mit} \quad SiO_4 : Si_3O_8 = 5:1$$

ausgedrückt. Später schrieb derselbe Forscher[7]):

$$Ca_3Al_6(SiO_4)_3(Si_3O_8)_3 . 12H_2O.$$

Es entspricht diese Formel seinem Typus $Ca_3Al_6X_6$.

Die Auffassung, die Formel so darzustellen, daß zwei Moleküle Wasser als enger gebunden zu betrachten sind, beruht auf den unten erwähnten Versuchen von F. Malaguti. Es wäre von Interesse, diese nachzuprüfen, da G. Tammann andere Resultate erhielt (vgl. S. 45).

G. Tschermak[8]) u. C. Doelter[9]) faßten die Konstitution des Laumontits

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 380 (1895).
[2]) C. Hintze, Min. II, 1670.
[3]) G. Tschermak, Min. 1894, 499. — Fr. Becke-Tschermak, Min. 1915, 611.
[4]) E. Dana, Syst. of Min. 1892, 563.
[5]) P. Groth, Tabl. systém. Genève 1904, 168.
[6]) F. W. Clarke, Am. Journ. **48**, 287 (1894); Z. Kryst. **26**, 522 (1896).
[7]) Derselbe, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 125, 1 (1896); Z. Kryst. **28**, 327 (1897).
[8]) G. Tschermak-Becke, Min. 1915, 606.
[9]) C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 132.

als aus Anorthitsilicat plus Metakieselsäure und zwei Molekülen Hydratwasser bestehend auf:

$$CaAl_2Si_2O_8 . 2SiO(OH)_2 . 2H_2O.$$

C. Doelter stützt sich dabei auf seinen unten (S. 45) erwähnten Schmelzversuch, wobei sich aus Laumontit neben anderen Bildungen auch Anorthit bildete.

Es ist aber auch die Möglichkeit vorhanden, daß das Metasilicat $CaAl_2Si_4O_{12}$ mit adsorbiertem Wasser vorhanden ist.

Was die Konstitution des Laumontits anbelangt, so ist die durch Salzsäure abgeschiedene Säure nach G. Tschermak[1]) Orthokieselsäure und sind hier neben dem Anorthitsilicatkern $CaAl_2Si_2O_8$ noch zwei Moleküle Orthokieselsäure vorhanden. Das frische Mineral hat die Formel $H_8CaAl_2Si_4O_{16}$. Die Konstitution wird durch die Formel ausgedrückt:

$$H_4O_4Si(Si_2Al_2CaO_8)SiO_4H_4 .$$

Demnach würde der Laumontit kein Kristallwasser enthalten. Es wäre ein Molekül Orthokieselsäure in inniger Verbindung mit dem Kern zu denken, worauf das zweite die Rolle des Kristallwassers zu übernehmen hätte. Das eine Molekül Orthokieselsäure wäre hier in schwächerer Bindung vorhanden.

Leonhardit. Die Varietät von Schemnitz, welche von R. Blum u. C. Delffs unter diesem Namen ausgeschieden wurde, wird allgemein als mit dem Laumontit ident angesehen. Nur A. Fersmann[2]) hat neuerdings versucht, den Leonhardit als besondere Mineralspezies aufzufassen. Laumontit verliert bei 110° ein Molekül Wasser und stimmt dann mit dem Leonhardit überein. Demnach wäre ein Teil des Wassers fester gebunden. Die Formel des von A. Fersmann analysierten Leonhardits ist:

$$(Ca, Na_2, K_2)_2Al_4Si_8O_{24} . 7H_2O .$$

Nach diesem Autor würden die beiden Mineralien Laumontit und Leonhardit zueinander in morphotropischer Beziehung stehen.

Der Leonhardit wird auch von G. Tschermak als selbständige Varietät angenommen. Er ist das weiße, mehlige Produkt der Zerstäubung des Laumontits an trockener Luft. Sein Wassergehalt hängt vom Dampfdrucke der Umgebung ab. Nach A. Smita ist das Zerstäubungsprodukt des Laumontits nach dem Trocknen über Schwefelsäure um 1 Mol. Wasser ärmer. Der Leonhardit stellt ein vorübergehendes Stadium der Zersetzung dar, welchem nach dem Trocknen die Formel:

$$H_4O_4Si(Si_2Al_2CaO_8)SiO_3H_2$$

zukommt. Das letzte Glied der Formel ist aber nicht als Metakieselsäure aufzufassen, sondern bedeutet nur den veränderten Teil der Orthokieselsäure. An feuchter Luft oder in der Säurelösung wird dieser wiederum restituiert und jetzt ergibt sich bei der Zersetzung wieder nur Orthokieselsäure.

Eigenschaften.

Vollkommen nach (010) und (116) spaltbar. Bruch uneben. Wenig spröde, im Verwitterungszustande sehr gebrechlich. Dichte 2,3—2,4. Härte über 3.

[1]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 589 (1917).
[2]) A. Fersmann, l. c., siehe Analyse Nr. 24.

Glasglanz, auf Spaltflächen perlmutterglänzend. Durchsichtig bis durchscheinend. Weiß, auch gelblich, rötlich- und grauweiß. Strich farblos.

Brechungsquotienten. Nach A. Michel-Lévy und A. Lacroix[1]) an Kristallen von Huelgoat:

$$N_\alpha = 1{,}513; \quad N_\beta = 1{,}524; \quad N_\gamma = 1{,}525.$$

Doppelbrechung: $N_\gamma = N_\alpha - 0{,}012$.

Winkel $2V = 30^0$; $2E$ nach A. Des Cloizeaux[2]) $52^0 24'$ für Rot und $56^0 15'$ für Blau. Durch Erwärmung bis 75^0 wird keine wesentliche Veränderung des Winkels der optischen Achsen erzielt. (Nach dem letztgenannten Autor).[3])

Vor dem Lötrohre schäumt er auf und schmilzt ziemlich leicht unter Bildung einer porzellanartigen Kugel. Mit Salzsäure zersetzbar unter Gallertbildung.

A. Kenngott[4]) beobachtete an Laumontitpulver alkalische Reaktion, F. W. Clarke[5]) nur zweifelhafte Färbung mit Phenolphthalein.

Wasserverlust.

F. Malaguti sowie A. Durocher[6]) konstatierten, daß ein Teil des Wassers leicht abgegeben wird. Die Kristalle verloren im Vakuum in einem Monat 2,26 %, über Schwefelsäure 3,85 %. In feuchter Luft nehmen sie dies Wasser wieder auf. Der Verlust bei 100^0 beträgt 3,17 %, bei 200^0 6,08 %, bei 300^0 7,28 %. Der Rest entweicht bei Rotglut.

V. Goldschmidt[7]) fand den Glühverlust mit 13,0—14,0 %.

C. Doelter[8]) erhielt durch langsames Abkühlen von Laumontitschmelze eine halbkristalline Masse, welche aus vorherrschendem Anorthit, einem pyroxenartigen Mineral und Glas bestand. G. Tschermak erhielt gerade auslöschende Prismen.

G. Tammann[9]) untersuchte, wie bei anderen Zeolithen die Dampfspannung des Laumontits bei verschiedenen Temperaturen. Diese ist eine kontinuierlich verlaufende.

Die Löslichkeit in Wasser wurde von G. Steiger[10]) untersucht. Ein halbes Gramm wurde mit 50 ccm einen Monat bei 70^0 Fahrenheit behandelt; der Natrongehalt war in der Lösung: 0,18 %; der Totalgehalt an Alkalien 1,00 %.

Einwirkung von Chlorammonium. F. W. Clarke und G. Steiger[11]) fanden, daß bei dieser (siehe die Methode S. 28) folgende Resultate waren:

Entzogen: 4,51 % CaO und 0,35 % NaO.
Aufgenommen: 3,95 % NH_3.

[1]) A. Michel-Lévy u. A. Lacroix, Minér. d. roches (Paris 1888) 312.
[2]) A. Des Cloizeaux, Minér. 1862, 403.
[3]) Derselbe, Nouv. Recherches 1867, 654.
[4]) A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 304 und 309.
[5]) F. W. Clarke, Journ. am. chem. Soc. **20**, 739 (1890).
[6]) A. Durocher, C. R. **22**, 862 (1846); Ann. min. **9**, 325 (1846).
[7]) V. Goldschmidt u. P. Hermann, N. JB. Min. etc. 1906, I, 20.
[8]) C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 132.
[9]) G. Tammann, Z. f. phys. Chem. **27**, 323 (1898).
[10]) G. Steiger, Journ. Am. Chem. Soc. **21**, 437 (1899); Z. Kryst. **34**, 204 (1901).
[11]) F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. [4] **9**, 345 (1900); Z. Kryst. **36**, 64 (1902).

Umwandlung.

Bei der Verwitterung des Laumontits entsteht Kalkcarbonat, so fand R. Wildenstein im Laumontit von Oberscheld bei Dillenburg folgende Mengen:

	1.	2.	3.	4.
Na_2O	—	—	0,25	—
K_2O	—	—	1,11	—
CaO	11,89	12,23	9,68	25,18
MgO	—	—	1,11	Spur
Al_2O_3	21,84	22,44	22,83	13,43
Fe_2O_3	—	—	—	2,60
SiO_2	50,98	52,92	52,02	39,12
H_2O	15,29	12,38	13,17	6,22
CO_2	—	—	—	13,45
	100,00	99,97	100,17	100,00

1. u. 2. Unverwitterter Laumontit.
3. Etwas zersetzt.
4. Stark umgewandelter.
Sämtliche Analysen von R. Wildenstein nach J. Roth, Chem. Geol. Berlin 1879, I, 400.

Laumontit wandelt sich auch in Prehnit um:

	5.	6.
K_2O	—	0,01
CaO	19,19	22,29
Al_2O_3	30,50	28,50
Fe_2O_3	—	0,04
SiO_2	44,00	44,00
H_2O	6,00	6,00
	99,69	100,84

5. u. 6. Von Wolfstein, Rheinbayern (vgl. Analyse Nr. 5, S. 32); anal. G. Leonhard, N. JB. Min. etc. 1841, 311.

Umwandlung in Orthoklas und Albit. G. Bischof analysierte ein solches Produkt von den Kilpatrikhills bei Dumbarton (Schottland).

	7.
Na_2O	1,07
K_2O	16,54
MgO	Spur
CaO	0,60
Al_2O_3	20,00
Fe_2O_3	0,64
SiO_2	62,00
Glühverl.	0,87
	101,72

7. G. Bischof, N. JB. Min. etc. 1850, 44; Chem. Geol. II, 377.

G. Jentzsch untersuchte die Umwandlung in einen lithionhaltigen Orthoklas, F. Heddle in einen solchen Albit.

	8.	9.	10.
Li_2O	0,56	—	0,16
Na_2O	—	—	9,57
K_2O	12,69	—	1,06
MgO	1,61	—	—
CaO	0,19	—	—
Al_2O_3	19,54	19,71	20,42
Fe_2O_3	—	—	1,06
SiO_2	65,00	65,21	68,57
Glühverl. u. Fluor	0,35	0,55 H_2O	0,54
	99,94		101,38

8. bis 9. Aus Amygdalophyr von Weissig bei Dresden; 8. fleischrot, 9. rötlichweiß. Beide anal. G. Jentzsch, N. JB. Min. etc. 1855, 801.

10. Von Kilpatrick; anal. F. Heddle in R. Blums Pseud. III, 67; nach J. Roth, l. c. I, 403.

Neuerdings wurde eine solche Pseudomorphose von Orthoklas nach Laumontit untersucht:

	11.
$Na_2O + Li_2O$	0,52
K_2O	15,13
MgO	0,24
Al_2O_3	19,83
Fe_2O_3	0,67
SiO_2	63,12
Glühverl.	0,89
	100,40

11. Von Templeton, Ottawa Co., Prov. Quebec; anal. R. P. D. Graham, Am. Journ. **22**, 47 (1906); Z. Kryst. **44**, 535 (1907).

Auch Umwandlungen in Analcim, Kieselsinter und Speckstein werden erwähnt.[1])

Ch. R. van Hise[2]) hat einige Reaktionsgleichungen für die Umwandlungen gegeben:

$$Ca_3Al_6Si_{12}O_{36} . 12H_2O + 2Na_2CO_3 + CO_2 = 4NaAlSi_3O_8 + Al_2O_3 + 3CaCO_3 + 12H_2O - k.$$

Bei dieser Umwandlung in Albit ist $k = 34{,}92\%$.

Bei der Umwandlung in Prehnit und Orthoklas hat man: ($k = 17{,}75$).

$$Ca_3Al_6Si_{12}O_{36} . 12H_2O + CaCO_3 + K_2CO_3 = 2KAlSi_3O_8 + 2H_2Ca_2Al_2Si_5O_{12} + 2CO_2 + 10H_2O - k.$$

Bei jener in Analcim ist die Gleichung:

$$Ca_3Al_6Si_{12}O_{36} . 12H_2O + 3Na_2CO_3 = 3(Na_2Al_2Si_4O_{12} . 2H_2O) + 3CaCO_3 + 6H_2O - k.$$

k ist hier $4{,}30\%$.

Pseudolaumontit.

Unter diesem nicht ganz passenden Namen wurde von F. F. Crout ein Umwandlungsprodukt des Laumontits beschrieben. Bei dieser Umwandlung

[1]) J. Roth, l. c. 402.
[2]) Ch. R. van Hise, Metam. 334.

wird der Gehalt an Kieselsäure nur wenig verändert, dagegen fast der ganze Kalkgehalt entfernt und auch die Menge der Tonerde verringert. Der im frischen Laumontit geringfügige Gehalt an Kali wird sehr stark erhöht und auch ein beträchtlicher Gehalt an Magnesia herbeigeführt.

Die Analyse des unveränderten Laumontits siehe S. 47.

	12.
Na_2O	0,38
K_2O	8,02
MgO	9,12
CaO	0,08
FeO	2,36
Al_2O_3	15,08
Fe_2O_3	4,24
SiO_2	53,73
TiO_2	0,03
H_2O unter 100°	1,02
H_2O über 100°	5,55
	99,61

12. Aus dem Diabas des Keweenawangebietes; anal. F. F. Crout, Journ. of Geol. **18**, 633 (1910); vgl. S. 41.

Künstliche Umwandlung.

Versuche wurden an Laumontit und besonders auch an der Leonhardit genannten Varietät von Schemnitz durch J. Lemberg[1]) durchgeführt.

Der früher erwähnte Leonhardit (siehe Analyse Nr. 9) wurde umgewandelt.

	1.	2.
Na_2O	8,20	4,83
K_2O	0,15	1,08
CaO	4,27	5,67
Al_2O_3	21,43	20,34
SiO_2	53,20	52,42
H_2O	12,75	15,34
	100,00	98,68

1. Leonhardit, 4 Monate lang mit Na_2CO_3-Lösung behandelt, dann demselben durch NH_2Cl das $CaCO_3$ entzogen und schließlich durch 5 Tage mit Kochsalzlösung behandelt. Die Temperatur war 100°.

2. Derselbe Leonhardit, 4 Stunden in zugeschmolzenem Rohr, dann 1 Monat bei 100° mit K_2CO_3-Lösung behandelt. Nach Entziehung des $CaCO_3$ durch NH_4Cl-Lösung wurde das Silicat 3 Tage mit Kochsalzlösung behandelt. (Im Original irrtümlich 100,00 Summe.)

Das Resultat war die teilweise Ersetzung von CaO durch Na_2O. Weitere Versuche wurden an dem Leonharditvorkommen vom Wolfstein in Rheinbayern durchgeführt. (Siehe Analyse Nr. 5.)

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **29**, 500 (1877).

	3.	4.
Na_2O	0,22	7,41
K_2O	11,36	1,03
CaO	3,93	3,74
Al_2O_3	20,51	20,67
SiO_2	48,51	49,72
H_2O	15,47	17,43
	100,00	100,00

3. Leonhardit durch 3 Monate mit K_2CO_3-Lösung behandelt, dann das $CaCO_3$ durch NH_4Cl-Lösung entfernt und schließlich mit KCl-Lösung digeriert.

4. Das Produkt 3 durch 3 Tage mit Kochsalzlösung in das Natronsilicat 4 übergeführt. Es entstand ein Natron-Leonhardit.

J. Lemberg glaubte, daß zwischen dem Verhalten des Leonhardits und des gewöhnlichen Laumontits darin ein Unterschied bestehe, daß der Laumontit gegen Kaliumcarbonatlösung weniger empfindlich sei, während Leonhardit sein CaO fast zur Gänze gegen K_2O umtauscht.

Versuche wurden an Laumontit vom Plauenschen Grund ausgeführt, dessen Analyse unter 5 mitgeteilt ist.

	5.	5a.	6.
Na_2O	0,71	0,28	3,09
K_2O	2,05	4,11	1,13
CaO	10,63	9,04	8,41
Al_2O_3	21,35	21,71	22,04
SiO_2	48,67	49,97	50,37
H_2O	16,53	14,56	15,11
	99,94	99,67	100,15

5a. Laumontit, 8 Monate lang mit Kaliumcarbonatlösung bei 100° behandelt; nach Lösung des abgeschiedenen $CaCO_3$ durch NH_4Cl wurde das Silicat mit KCl-Lösung behandelt.

6. Der im vorigen Versuche erhaltene Kali-Laumontit wurde in Natron-Laumontit durch dreitägige Behandlung mit Kochsalzlösung übergeführt. (Summe im Original unrichtig.)

Später hat J. Lemberg[1]) diese Versuche wiederholt: Es kam der Leonhardit von Schemnitz (siehe Analyse Nr. 9) zur Verwendung.

	7.	8.	9.	10.	11.
Na_2O	—	—	11,08	14,20	—
K_2O	18,64	18,07	1,19	—	21,63
Al_2O_3	20,40	20,37	21,09	23,29	23,75
SiO_2	48,13	48,37	49,34	53,87	54,09
H_2O	12,83	13,16	17,30	8,64	0,53
	100,00	99,97	100,00	100,00	100,00

7. Behandlung mit 10%iger Lösung von K_2CO_3 bei 210—215° durch 150 Stunden.

8. Behandlung mit 30%iger K_2CO_3-Lösung bei 100° durch 9 Monate.

9. Das im Versuche 7 erhaltene Produkt wurde durch 5 Monate mit Kochsalzlösung bei 100° behandelt.

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 37, 984 (1885).

10. Dasselbe Produkt mit 8%iger Na_2CO_3-Lösung 200 Stunden lang bei 210° behandelt. Es bildete sich ein in runden Körnern auftretender Analcim.

11. Der im Vorversuche enthaltene Analcim 75 Stunden lang mit KCl-Lösung bei 200° behandelt, wobei sich Leucit bildete.

Weitere Versuche betrafen den Caporcianit vom Monte Catini, siehe S. 39.

	12.	13.	14.	15.
Na_2O	—	—	14,40	—
K_2O	18,84	18,70	—	21,54
Al_2O_3	21,00	20,31	23,84	23,95
SiO_2	47,79	45,55	53,25	53,86
H_2O	12,37	15,44	8,51	0,65
	100,00	100,00	100,00	100,00

12. Caporcianit 170 Stunden mit 10%iger K_2CO_3-Lösung bei 200—210° behandelt.

13. Caporcianit 7 Monate mit 30%iger K_2CO_3-Lösung bei 100° behandelt. Es entsteht wohl wegen der niedrigeren Temperatur eine wasserreichere Verbindung.

14. Dasselbe Mineral mit Na_2CO_3-Lösung durch 173 Stunden bei 210 bis 220° behandelt ergibt Analcim.

15. Der erzielte Analcim 75 Stunden mit KCl-Lösung bei 200° behandelt, ergibt Leucit.

Natron-Caporcianit.[1])

	16.	17.	18.
Na_2O	—	11,49	14,30
K_2O	16,38	0,95	—
CaO	0,10	0,10	—
Al_2O_3	19,82	20,26	23,80
SiO_2	46,30	47,30	53,65
H_2O	16,50	19,90	8,25
	99,10	100,00	100,00

16. Caporcianit 6½ Monate mit K_2CO_3-Lösung behandelt und das abgeschiedene $CaCO_3$ durch NH_4Cl getrennt. Es entsteht ein Kalisilicat.

17. Das vorige Produkt 3 Wochen mit Na_2CO_3-Lösung behandelt.

18. Dieser im Vorversuche erhaltene Natron-Caporcianit bei 200° 78 Stunden lang mit 10%iger Na_2CO_3-Lösung behandelt. Es bildete sich Analcim.[2])

Weitere Versuche J. Lembergs[2]) wurden mit Laumontit von Huelgoat ausgeführt (dessen Analyse S. 38).

	19.	20.	21.	22.	23.
Na_2O	—	—	14,19	14,46	—
K_2O	18,75	18,23	—	—	21,40
Al_2O_3	20,99	20,01	23,45	23,60	24,26
SiO_2	47,51	47,20	53,27	53,19	53,87
H_2O	12,75	14,56	9,09	8,75	0,47
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 613 (1883).
[2]) Derselbe, ebenda **37**, 985 (1885).

19. Laumontit 174 Stunden bei 200—210° mit 10%iger K_2CO_3-Lösung behandelt ergibt ein Kalisilicat.

20. Durch 8 Monate mit 30%iger K_2CO_3-Lösung bei 100° behandelt ergibt, entsprechend der niedereren Temperatur, ein wasserreicheres Silicat. Der Kaligehalt von 18,75% ist merkwürdigerweise nicht gestiegen.

Bei den folgenden Versuchen wurde das erste Kalisalz verwendet:

21. Durch Behandeln mit Kochsalzlösung durch 170 Stunden bei 200 bis 210° wird Analcim gebildet.

22. Behandlung bei derselben Temperatur durch 100 Stunden mit 5%iger Na_2CO_3-Lösung und 15%iger Kochsalzlösung. Es entstehen runde Körner

23. Behandlung mit KCl-Lösung bei 210°. Es entsteht Leucit.

	24.	25.
Na_2O . . .	14,19	—
K_2O . . .	—	21,30
Al_2O_3 . . .	23,73	23,73
SiO_2 . . .	53,65	54,37
H_2O . . .	8,43	0,69
	100,00	100,09

24. Laumontit 174 Stunden bei 200—210° mit 15%iger Na_2CO_3-Lösung behandelt.

25. Dasselbe Produkt des vorigen Versuchs 100 Stunden bei 200—210° mit KCl-Lösung behandelt. (Summe im Original unrichtig.)

Ferner wurden Versuche mit dem Vorkommen aus dem Plauenschen Grund ausgeführt.[1])

	26.	27.	28.	29.	30.
Na_2O	14,34	—	—	11,30	14,90
K_2O	—	21,43	19,58	2,75	—
Al_2O_3	24,03	24,43	21,50	21,99	24,46
SiO_2	52,82	52,69	46,67	47,39	52,03
H_2O	8,81	1,45	12,25	16,57	8,61
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

26. Laumontit 174 Stunden mit 20%iger Na_2CO_3-Lösung bei 200—210° behandelt; es bildeten sich runde Analcimkörner.

27. Laumontit einen Monat lang bei 100° mit K_2CO_3-Lösung behandelt.

28. Laumontit 174 Stunden mit 10%iger K_2CO_3-Lösung bei 200—210° behandelt.

29. Das im Vorversuche erhaltene Produkt einen Monat mit NaCl-Lösung behandelt.

30. Das im Vorversuche erhaltene Produkt 100 Stunden bei 200—210° mit einer 5%igen Kochsalzlösung behandelt. Es bildeten sich Körner, schlecht entwickelte Würfel und sehr spärliche Säulen.

J. Lemberg bemerkt zum Schlusse, daß die bei 200° erhaltenen Kalisubstitutionsprodukte der drei Varietäten: Leonhardit, Laumontit, Caporcianit

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 986 (1885).

mit den aus geschmolzenem Analcim hergestellten identisch seien (vgl. Bd. II, 2, S. 364). Bei 100° geben sie wasserreichere Verbindungen, die vielleicht auch mit Analcimsubstitutionsprodukten identisch sind.

Vorkommen und Genesis des Laumontits.

Dieses Mineral kommt in vielen Gesteinen vor, und das Muttergestein ist sehr verschieden. Reichlich kommt es in schottischen Melaphyren vor, also in basischen Gesteinen, aber häufiger in sauren Gesteinen, so in trachytischen Gesteinen, in Andesiten, häufig auch in Graniten, Syeniten, Gneisen, dann aber auch in Glimmerschiefern, Tonschiefern. Bemerkenswert ist auch das Vorkommen auf Erzlagerstätten, namentlich auf Kupferlagerstätten.

Auch hier dürfte die Entstehungstemperatur keine hohe gewesen sein und ist dieser Zeolith einer der später, also bei sinkender Temperatur gebildeten. Da der Basenaustausch bei höchstens 200° erfolgt, so dürfte die Bildungstemperatur tiefer liegen.

Skolezit.

Synonym: Metaskolezit.

Monoklin, isomorph mit Natrolith (vgl. Abt. 2, S. 311) und mit Mesolith (siehe S. 63); $a:b:c = 0,9764:1:0,3434$; $\beta = 90^\circ 42'$ (nach G. Flinck).

Verhältnis zu Natrolith und Mesolith. Diese drei Mineralien haben ähnliche kristallographische Konstanten. St. Kreutz[1]) hat diese in der letzten Zeit zusammengestellt und gebe ich seine Daten:

Natrolith: $a:b:c = 0,97853:1:0,35362$; $\beta = 90^\circ$.
Mesolith: $a:b:c = 0,9747 \;:1:03122$; $\beta = 92^\circ$.
Skolezit: $a:b:c = 0,97636:1:0,34338$; $\beta = 89^\circ 18'$.

Natrolith ist rhombisch, Skolezit monoklin, Mesolith wird als triklin betrachtet. Die Winkel des Mesoliths liegen nicht zwischen den Winkeln der Komponenten. St. Kreutz betrachtet den Mesolith mit R. v. Görgey als Doppelsalz (vgl. S. 68 bei diesem Mineral).

Über kristallographisch-chemische Beziehungen der Zeolithe siehe auch G. Tschermak.[2])

Analysen.

Da ein wesentlicher Unterschied bei den Analysen sich nicht ergibt, so kann hier eine chemische Einteilung nicht Platz greifen und es erübrigt sich nur eine geographische Einteilung oder eine solche nach Autoren. Ich habe die erstere gewählt.

Deutschland.

	1.	2.	3.	4.
Na_2O	0,30	0,35	0,68	0,59
CaO	14,50	13,95	13,38	13,16
Al_2O_3	23,50	24,36	25,53	26,54
SiO_2	48,16	48,00	46,48	45,75
H_2O	13,50	13,60	13,69	13,75
	99,96	100,26	99,76	99,79

[1]) St. Kreutz, Z. Kryst. **48**, 188 (1911).
[2]) C. Tschermak, l. c. **126**, 600 (1917).

1. Von Niederkirchen, Rheinpfalz; anal. Riegel, Journ. prakt. Chem. **40**, 317.
2. Von ebenda; anal. wie oben.
3. Aus Granitdrusen von Striegau (Schlesien); anal. K. Fromme u. H. Traube, N. JB. Min. etc. 1887, II, 67.
4. Aus Amphibolgranititdruse von Suhl; anal. K. Fromme, Phys.-med. Soc. Erlangen **25**, 27 (1893); Z. Kryst. **25**, 617 (1896).

Tirol und Schweiz.

	5.	6.	7.
Na_2O	0,13	0,49	0,11
K_2O	0,57	—	—
MgO	0,78	—	0,06
CaO	11,31	14,07	14,29
Al_2O_3	22,40	25,89	27,46
Fe_2O_3	1,42	—	0,16
SiO_2	48,44	46,43	45,70
H_2O	13,13	13,24	13,45
	100,00 [1]	100,12	101,23

5. Aus Liebeneritporphyr von Predazzo; anal. J. Lemberg, Z. Deutsch. geol. Ges. **29**, 493 (1877).
6. Schattiger Wichel, Fellinenalp, Bristenstock (Uri); anal. G. Luedecke, N. JB. Min. etc. 1881, II, 19.
7. Etzlital, ein Kilometer von der vorigen Fundstelle entfernt; anal. E. E. Schmid, Med. nat. Zeitschr. Jena **14**, 62 (1880).

Italien, Frankreich und Großbritannien.

	8.	9.	10.	11.	12.	13.
Na_2O	—	1,04	—	—	0,39	—
MgO	0,11	—	—	-	—	—
CaO	14,44	13,58	15,30	13,45	14,20	13,45
Al_2O_3	25,82	25,43	26,50	27,00	24,82	27,00
SiO_2	46,65	46,17	49,00	46,21	46,75	46,21
H_2O	13,00	12,42	9,00	13,78	13,64	13,78
	100,02	98,64	99,80	100,44	99,80	100,44

8. Von Casarza (Ligurien); anal. E. Bechi bei A. Issel, Boll. com. geol. 1879, 530.
9. Aus Auswürflingen des Mte. Somma; anal. G. Freda bei F. Zambonini, Miner. Vesuvs, S. 296.
10. Clermont-Ferrand (Auvergne); anal. Guillemin, Ann. min. **12**, 8 (1832).
11. Loch Sreden in Trappgestein, Insel Mull (Schottl.); anal. Scott, Edinbgh. Phil. Soc. **53**, 277 (1852).
12. Staffa (Schottl.); anal. J. N. Fuchs u. Gehlen, Schweiggers Journ. **18**, 13 (1816).
13. Von Ben More, Mull (Schottl.); anal. J. Currie, Tr. Edinb. geol. Soc. **7**, 223 (1897); Z. Kryst. **31**, 183 (1899).

Norwegen, Schweden und Grönland.

	14.	15.	16.	17.
Alkalien	—	—	—	Spur
Na_2O	—	1,10	—	—
CaO	15,00	13,59	14,12	15,92
Al_2O_3	25,75	26,28	25,94	22,16
Fe_2O_3	—	—	—	5,22
SiO_2	46,56	45,82	45,63	47,83
H_2O	13,30	13,60	13,92	10,70
	100,61	100,39	99,61	101,83

[1]) Darin 1,82% unlöslicher Rückstand.

14. Aus Diabasporphyr vom Lunddörrsfjäll (Schweden); anal. L. J. Igelström, N. JB. Min. etc. 1871, 361.
15. Faröer; anal. J. Stefan bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 632.
16. Von Karsuanguit-Kakait (Grönl.); anal. N. V. Ussing bei O. B. Böggild, Meddelelser om Grönland 32 (1905); Z. Kryst. 43, 633 (1907).
17. Aus Granulit von Cala Francese (Insel Maddalena); anal. C. Rimatori, Rend. Acc. d. Linc. [5a] 11, I, 542 (1902); Z. Kryst. 40, 94 (1904).

Der Verfasser berechnet daraus die Formel:

$$3{,}2\,SiO_2 \,.\, (87/100\,Al_2O_3) \,.\, (13/100\,Fe_2O_3) \,.\, 1{,}1\,CaO \,.\, 2{,}4\,H_2O.$$

Island.

	18.	19.	20.	21.	22.	23.
Na_2O . . .	—	—	—	0,43	0,23	—
CaO . . .	13,68	13,71	13,80	13,70	14,10	14,37
Al_2O_3 . . .	26,22	25,90	25,57	26,16	25,73	26,25
SiO_2 . . .	46,76	46,72	47,05	46,27	45,94	46,12
H_2O . . .	13,94	13,67	13,92	13,89	14,00	13,89
	100,60	100,00	100,34	100,45	100,00	100,63

18. bis 23. Vom Taigarhorn beim Berufjord.
18. Anal. v. Gülich, Pogg. Ann. 59, 373 (1843).
19. „ W. Gibbs, ebenda 71, 505 (1847).
20. „ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 632.
21. „ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 28, 551 (1876).
22. „ Derselbe, ebenda 39, 579 (1887).
23. „ C. Hersch, Inaug.-Diss. Zürich 1887, 12.

Hier noch zwei ganz neue Analysen von 1918:

	24.	25.
CaO	13,68	13,72
Al_2O_3	25,91	25,88
SiO_2	46,70	46,72
H_2O	13,62	13,66
	99,91	99,98

24. u. 25. Von Island; anal. G. Stoklossa, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 42, 20 (1918).

Nord-Amerika.

	26.	27.	28.	29.
δ	—	—	2,247	—
Na_2O	—	1,04	Spur	0,41
K_2O	—	0,13	—	—
CaO	14,09	12,77	14,17	13,92
Al_2O_3	26,03	25,28	26,51	25,78
Fe_2O_3	—	0,27	—	—
SiO_2	46,24	46,03	45,90	45,86
H_2O	13,88	14,48	13,79	14,05[1]
	100,24	100,00	100,37	100,02

26. Aus Granitgang vom Black Lake, Megantic Co., Prov. Quebec, Canada; anal. J. Donald, Eng. Mining Journ. 51, 474 (1891).

[1]) Davon 0,40%, welche bei 100° entweichen.

27. Aus Basalthohlräumen, Table Mountains bei Golden (Colorado); anal. W. F. Hillebrand bei Whitman Cross, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 20, 36 (1885).
28. Vom Italian Peak, Gunnison Co. (Colorado); anal. L. G. Eakins, ebenda Nr. 113, 110 (1891).
29. Von Whale Cove, Grand Manan, New Brunsvik; anal. G. Steiger, ebenda Nr. 207 und bei F. W. Clarke, ebenda Nr. 419, 284 (1910).

Süd-Amerika.

	30.	31.	32.	33.
δ	—	—	—	2,15
CaO	13,53	13,40	12,10	14,05
Al_2O_3	26,03	26,90	25,10	25,45
SiO_2	45,96	46,30	48,10	47,69
H_2O	13,67	14,00	12,90	13,25
	99,19	100,60	98,20	100,44

30. Aus Augitporphyrit der Sierra de Tubarão, neben Heulandit; anal. E. Hussak, Bol. comm. geol. São Paulo 1890, Nr. 7, 250; siehe auch Z. Kryst. **21**, 407 (1893).
31. Im zeolithischen Porphyr des Cachapualtales (Chile); anal. I. Domeyko, Ann. mines **9**, 9 (1845); Min. Chiles 1879, 608.
32. Auf den Kupferlagerstätten von Radaito, Coquimbo (Chile); anal. Derselbe, Min. 1879, 608.
33. Mit Okenit, auf Lava vom Rio Patagan (Chile); anal. L. Darapsky, N. JB. Min. etc. 1888, I, 65.

Ostindien und Australien.

	34.	35.	36.	37.	38.
δ	—	2,1622	2,296	2,28	—
Na_2O	0,45	0,66	0,22	0,17	0,74 (Na₂O + K₂O)
K_2O	0,13	—	0,08	0,30	
CaO	13,80	10,20	13,33	13,97	15,39
Al_2O_3	25,32	30,44	26,03	25,55	25,56
SiO_2	46,87	45,12	46,91	45,80	45,19
H_2O	13,46	13,39	13,83	14,28	13,94
	100,03	99,81	100,40	100,07	100,82

34. Im Trappgebiet von Dekkan bei Poonah (Poonalith); anal. W. P. Taylor, Am. Journ. **18**, 410 (1854).
35. Von Poonah; anal. K. Gmelin, Pogg. Ann. **49**, 438 (1840).
36. Von ebenda; anal. Th. Petersen, N. JB. Min. etc. 1873, 852.
37. Bhor Gats; anal. P. Collier in E. D. Dana, Miner. 1868, 429.
38. Aus Andesit von Werres Creek, N. S. Wales; anal. C. Anderson, Records australian Museum **6**, 404 (1997); Z. Kryst. **46**, 636 (1909).

Während des Druckes erschien eine neue Analyse:

	39.	40.
δ	2,289	2,289
Na_2O	0,12	0,15
CaO	14,22	14,56
Al_2O_3	26,32	26,57
SiO_2	46,10	46,04
H_2O	13,60	13,10
	100,36	100,42

39. Von Poonah (Indien), durchsichtige Kristalle; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 544 (1917).
40. Von ebenda; anal. Derselbe, ebenda **114**, 464 (1905).

Formel und Wasserverlust.

Der Skolezit hat das Verhältnis:

$$Ca:Al:Si:H_2O = 1:2:3:3.$$

Die Frage nach der Zusammensetzung hängt im wesentlichen von der Auffassung des Wassergehaltes ab.

C. F. Rammelsberg[1]) schrieb die Formel:

$$CaAl_2Si_3O_{10} . 3H_2O.$$

Er faßte demnach das Wasser als Kristallwasser auf.

Versuche in dieser Hinsicht wurden von A. Damour[2]) ausgeführt. Ein Gramm des Pulvers verlor bei 100° nach einer Stunde kein Wasser, bei 160° nach 3 Stunden 0,043 g; bei 230° nach $1^1/_2$ Stunden 0,046 g und bei 300° nach 2 Stunden 0,05 g. Bei beginnender Rotglut werden 0,12 g, bei heller Rotglut 0,139 g abgegeben.

Die prozentische Menge beträgt bei 230° 4,6%, während der Verlust von ein Molekül Wasser 4,14% verlangt.

F. Rinne[3]) schreibt auf Grund der A. Damourschen Versuche die Formel des Skolezits dem von ihm konstatierten ersten Metaskolezit die Formel $CaAl_2Si_3O_{10} . 2H_2O$ zu, während der rhombische Skolezit die Formel: $CaAl_2Si_3O_{10} . H_2O$ hat. Die verschiedenen Stadien unterscheiden sich durch die optischen Eigenschaften.

G. Tammann[4]) faßte das Wasser im Skolezit auf Grund seiner Untersuchungen als gelöstes Wasser auf.

F. W. Clarke und G. Steiger[5]) haben ebenfalls den Wasserverlust untersucht; sie fanden in Prozenten:

bei 100°	0,40%
180	0,52
250	4,76
350	0,55
niedrige Rotglut	7,72
volle „	0,04
vor dem Gebläse	0,06
Summe	14,05

Spätere Bestimmungen rühren von F. Zambonini[6]) her. Sie wurden am Skolezit vom Taigarhorn, Island, ausgeführt.

Die Versuche wurden in einem feuchten Luftstrom ausgeführt. Hier die Resultate:

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft I, 162 (1886).
[2]) A. Damour, Ann. chim. phys. 1858, 438.
[3]) F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1894, II, 65.
[4]) G. Tammann, Z. f. phys. Chem. **27**, 325 (1897).
[5]) F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. **9**, 345 (1900); Z. Kryst. **36**, 65 (1902).
[6]) F. Zambonini, Atti R. Acc. Napoli **34**, 119 (1908).

Temperatur	Wasserverlust
120°	1,03%
217	4,22
240	5,33
275	6,52
305	7,23
365	11,16
445	11,99

Die Kurve des Wasserverlustes zeigt zwischen 275 und 330° einen Knickpunkt, welcher zur Unterscheidung zweier Kurventeile führen würde. Es würde sich aber diese Kurve anders verhalten, wenn die Versuche in trockener Luft ausgeführt werden. Dann ist bei 275° der Verlust 7,20%, also ein viel höherer. Nach den früher erwähnten Versuchen von F. W. Clarke und G. Steiger bekommt man für die Kurve einen horizontalen Strich, da zwischen 250 und 350° der Wasserverlust nur 0,55% beträgt. Die Versuche stimmen daher nicht überein.

Die Wiederaufnahme des Wassers vollzieht sich F. Zambonini zufolge nach folgenden Daten, wobei die Temperatur angibt, bis zu welchem Punkt erhitzt wurde:

Temperatur	Wassermenge
Bis 120°	0,00
217	− 0,32
275	+ 0,46
305	+ 0,51
365	−10,66
445	−11,86

Das Mineral, erhitzt auf 305°, nimmt wieder nach 15 Stunden nicht nur den Verlust von 7,23% auf, sondern 0,51% darüber.

F. Zambonini stellt dies Verhalten des Skolezits in Vergleich mit der Micellarstruktur der Gele.

G. Tschermak[1]) hat seine neuen Analysen berechnet.

Aus der ersten Analyse berechnet sich das Verhältnis:

Si : Al : Ca : H	Si : H
2,97 : 2 : 1,00 : 5,86	1 : 1,974

Unter Weglassung des Sauerstoffes ergibt sich nach G. Tschermak:

$$SiH_{5,9}Si_2Al_2Ca.$$

Der Kern der Verbindung ist $CaAl_2Si_2O_8$, an welchen sich Orthokieselsäure anlagert. Man hat daher für Skolezit die Formel:

$$CaAl_2Si_2O_8 \, . \, H_2O \, . \, H_4SiO_4 \, .$$

Bei der Zersetzung des Skolezits mit verdünnter Salzsäure entsteht Orthokieselsäure H_4SiO_4. Kristallwasser ist keins vorhanden, dagegen enthält der Kern ein Molekül Wasser.

G. Stoklossa[2]) hat nach der früher (s. S. 8) erwähnten Methode von A. Beutell und K. Blaschke den Skolezit in bezug auf Wasserabgabe und

[1]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 549 u. 588 (1917).
[2]) G. Stoklossa, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **42**, 20 (1918).

-aufnahme untersucht und bediente sich dabei einer besonderen Apparatur. Es wurde zunächst untersucht, wieviel Wasser bei Zimmertemperatur aufgenommen wird. Es ergab sich, daß nicht über 3 Mol. Wasser aufgenommen werden. Ferner wurde der Skolezit (von Island, s. Analyse Nr. 24) in hohem Vakuum entwässert. Bei 180° konnten 7,11 %, bei 240° etwa 10,22 % ausgetrieben werden. Über 400° traten nach 24 Stunden 13,00 % aus.

Dann wurde frischer Skolezit bei 17° an feuchter Luft 91 Tage liegen gelassen: der Wassergehalt betrug 13,71 %. Dieses Pulver wurde dann bei verschiedenen Temperaturen der Wässerung ausgesetzt.

Nach dem Verfasser führen die tabellarisch zusammengestellten Versuchsresultate zur Annahme, daß Skolezit chemisch gebundenes Wasser besitzt und daß den verschiedenen Temperaturen zwischen 17 und 390° sechs verschiedene Hydrate entsprechen.

Als Formel wird für Skolezit angegeben:

$$Ca_2Al_4Si_6O_{20} . 6H_2O.$$

Eigenschaften.

Dichte 2,2—2,4. Härte etwas über 5. Spaltbarkeit nach (110), ziemlich vollkommen, Bruch muschelig bis uneben. Lebhafter Glasglanz. Durchsichtig bis durchscheinend. Meist farblos.

Ebene der optischen Achsen senkrecht zur Symmetrieebene. Winkel der optischen Achsen $2E = 53^\circ 41'$ für rotes Licht, $59^\circ 37'$ für blaues Licht. (Nach A. Des Cloizeaux).[1])

Brechungsquotienten $N_\beta = 1,502$.

C. Schmidt[2]) bestimmte an Kristallen von Island folgende Werte in Monobromnaphthalin:

Li-Licht	$2M_o = 124^\circ 1'$,	$2M_a = 32^\circ 26'$	$2V = 35^\circ 22'$,
Na-Licht	$2M_o = 123^\circ$,	$2M_a = 33^\circ 48'$	$2V = 36^\circ 26'$,
Tl-Licht	$2M_o = 121^\circ 26'$,	$2M_a = 34^\circ 10'$	$2V = 37^\circ 14'$.

An Kristallen von schattigen Wichel (Schweiz) fand derselbe:

$$2V = 36^\circ 14'.$$

Die Doppelbrechung ist nach A. Lacroix:

$$N_\gamma - N_\alpha = 0,0083.$$

A. Des Cloizeaux[1]) erhielt bei Temperaturerhöhung keine große Veränderung:

	8,8°	71,5°	146,5°
$2E =$	$60^\circ 28'$	$59^\circ 52'$	$59^\circ 46'$

F. Rinne konstatierte bedeutende Veränderungen der optischen Eigenschaften beim Erhitzen; so wird bei starkem Erhitzen der Skolezit rhombisch und diese Veränderung ist dann eine bleibende.

[1]) A. Des Cloizeaux, Nouv. recherches, L'Institut 1867, 679.
[2]) C. Schmidt, Z. Kryst. 11, 590 (1886).

F. Rinne[1]) konstatierte durch die Ätzfiguren den hemiedrischen Charakter.

Nach C. Doelter[2]) ist Skolezit in kohlensäurehaltigem Wasser teilweise löslich. In einer 10%igen Natriumcarbonatlösung wurden 33,80% ausgelaugt. Diese Lösung enthielt 37,2% SiO_2, 4,8% Al_2O_3 und 8,6% CaO.

Über das durch Zersetzung des Skolezits entstehende Kieselgel — siehe M. Theile[3]) und G. Tschermak.

Skolezit ist vor dem Lötrohre unter Krümmen schmelzbar, und bildet ein blasiges Email.

Im Kölbchen wird er matt und undurchsichtig infolge von Wasserabgabe. Mit Säuren gelatiniert er.

Pyroelektrizität. Ältere Beobachtungen sind die von R. Hauy,[4]) von D. Brewster,[5]) von Riess u. G. Rose,[6]) von G. Hankel.[7]) Neueren Datums sind die von C. Schmidt,[8]) von G. Friedel[9]) u. A. de Gramont, und endlich von F. Rinne,[10]) welcher u. a. konstatierte, daß die einfachen Kristalle beim Abkühlen auf den vorderen Prismenflächen positive, auf den hinteren Prismenflächen negative Elektrizität zeigen. Zwillinge sind auf allen Prismenflächen positiv.

Umwandlung.

Versuche zur künstlichen Umwandlung rühren von J. Lemberg[11]) her. Behandlung mit Kaliumcarbonat und Natriumcarbonat.

	1.	2.	3.
Na_2O	0,43	—	1,85
K_2O	—	17,45	—
CaO	13,70	0,59	11,95
Al_2O_3	26,16	20,21	25,67
SiO_2	46,27	35,67	45,22
H_2O	13,89	7,56	13,08
$CaCO_3$	—	18,52	2,95
	100,45	100,00	100,72

1. Skolezit von Island.
2. Derselbe, $4^1/_2$ Monate mit K_2CO_3 digeriert, ist in ein Gemenge von $CaCO_3$ und Kalisilicat umgewandelt.
3. Fünfmonatliche Behandlung mit Na_2CO_3.

[1]) F. Rinne, Mon.-Ber. Berliner Ak. 1890, 1170.
[2]) C. Doelter, Tsch. min. Mit. **11**, 319 (1890).
[3]) M. Theile, Inaug.-Diss. Leipzig 1913; N. JB. Min. etc. 1915, I, 17; G. Tschermak, l. c. **126**, 563 (1917).
[4]) R. Hauy, Min. **3**, 159 (1891).
[5]) D. Brewster, Pogg. Ann. **2**, 297 (1824).
[6]) Riess u. G. Rose, Mon.-Ber. Berliner Ak. 1843; Pogg. Ann. **59**, 373.
[7]) G. Hankel, Sitzber. Sächs. Ak. **12**, 1 (1878).
[8]) C. Schmidt, Z. Kryst. **11**, 596.
[9]) G. Friedel, Bull. Soc. min. **8**, 75 (1883).
[10]) F. Rinne, l. c.
[11]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 551 (1876).

	4.	5.	6.	7.	8.
Na_2O . . .	0,23	—	16,11	4,18	16,43
K_2O	—	21,81	—	—	—
CaO	14,10	—	—	10,38	—
Al_2O_3 . . .	25,73	24,33	26,77	26,27	27,03
SiO_2	45,94	43,28	46,75	45,76	45,70
H_2O . . .	14,00	10,58	10,37	13,41	9,49
Na_2CO_3 . .	-	—	—	—	1,35
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

4. Skolezit von Island.[1])

5. Skolezit durch 197 Stunden bei 210—215° mit K_2CO_3-Lösung (18%iger) behandelt.

6. Das bei 5. erhaltene Produkt einen Monat mit Kochsalzlösung bei 100° behandelt. Es bildete sich Natrolith.

7. Das vorige Produkt (6) mit 20%iger Lösung von Chlorcalcium bei 120° durch 170 Stunden digeriert.

Der neugebildete Natrolith wurde in Skolezit zurückverwandelt.

8. Das vorige Produkt durch 174 Stunden mit 16%iger Na_2CO_3-Lösung bei 210—220° behandelt.

Es ging wenig SiO_2 in Lösung und hat sich ein cancrinitartiges Produkt gebildet.

Die Umwandlungen verlaufen bei zu Glas geschmolzenem Skolezit, wie die folgenden Versuche desselben Forschers zeigen, etwas anders.

	9.	10.	11.	12.
Na_2O	—	12,67	15,60	14,96
K_2O	21,03	2,29	—	—
Al_2O_3	23,73	24,02	25,67	27,03
SiO_2	43,01	43,74	43,31	49,37
H_2O	12,23	17,28	6,10	8,64
Na_2CO_3 . . .	—	—	8,65	—
	100,00	100,00	99,33	100,00

9. Geschmolzener Skolezit 396 Stunden mit 18%iger Lösung von K_2CO_3 bei 210—215° behandelt. Es hat sich ein in unregelmäßigen Körnern, seltener in kleinen Säulen ausgebildetes Kalisilicat gebildet, welches vielleicht mit dem durch Behandlung des Skapoliths von Ersby mit derselben Lösung übereinstimmt. (Vgl. Abt. 2, S. 1033).

10. Das im Vorversuche enthaltene Produkt bei 100° durch 20 Tage mit Kochsalzlösung behandelt.

11. Das Produkt 10. bei 210—220° durch 174 Stunden mit 16%iger Lösung von Na_2CO_3 behandelt. Es bildete sich unter geringer Abspaltung von SiO_2 Cancrinit in runden Körnern und feinen Säulen.

12. Das im Versuch 10. erhaltene Produkt durch 390 Stunden bei 215—220° mit 10%iger Lösung von Na_2SO_4 behandelt. Es war in einen in Würfeln kristallisierenden Analcim umgewandelt worden. Dabei wurde etwas NaOH abgespalten und Spuren von Na_2CO_3 vom Silicat aufgenommen.

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 579 (1887).

	13.	14.	15.	16.
Na_2O	0,66	15,96	3,08	—
K_2O	20,23	—	18,16	21,48
Al_2O_3	27,56	27,11	27,39	23,79
SiO_2	49,99	48,10	49,05	42,48
H_2O	1,05	8,83	2,32	10,47
KCl	—	—	—	1,78
	99,49	100,00	100,00	100,00

13. Das in Versuch 12. erhaltene Produkt 190 Stunden bei 200° mit Chlorkaliumlösung behandelt. Dabei wird der basische Analcim in Leucit umgewandelt, wobei geringe Abspaltung von KOH eintritt.

14 Das Produkt des Versuchs 10. 390 Stunden bei 210—215° mit 10%iger Kochsalzlösung behandelt. Es bildete sich in Würfeln kristallisierender Analcim.

15. Das im vorigen Versuche erhaltene Produkt bei 200° durch 100 Stunden mit Chlorkaliumlösung behandelt.

Es trat geringe Abspaltung von KOH ein; ein beträchtlicher Teil des Natrons wurde nicht durch Kali ersetzt.

16. Wesentlich anders verläuft der Vorgang, wenn statt Chlorkaliumlösung eine mit KCl gesättigte Lösung angewandt wird, welche 10% K_2CO_3 enthält und auf den in Versuch 12. enthaltenen Analcim einwirkt. Nach 120 stündiger Einwirkung bei 210° hat sich das Silicat 16. gebildet, welches mit dem in Versuch 9. erhaltenen übereinstimmt. Doch verläuft der Vorgang nicht glatt, da sich etwas KCl dem Silicat addiert. Das Silicat 16. kristallisiert in kleinen Säulen.

Silberskolezit. G. Steiger[1]) hat das Calcium des Skolezits teilweise durch Silber ersetzt. Das Mineralpulver wurde zuerst mit Silbernitrat gemengt und dann in einer zugeschmolzenen Glasröhre im Schießofen erhitzt. Hiernach wurde mit heißem Wasser ausgewaschen, bis keine Nitratreaktion eintrat, und der Rückstand analysiert. Dessen Zusammensetzung war folgende. (Die Zusammensetzung des ursprünglichen Skolezits von Whale Cove N. Braunschweig, siehe S. 54).

Na_2O	0,44
CaO	5,40
Ag_2O	20,21
Ag_2O frei	6,67
Al_2O_3	21,54
SiO_2	37,28
H_2O über 100° . . .	7,92
H_2O unter 100° . . .	0,46
	99,92

Der Wassergehalt ist bedeutend niedriger.

Als Formel gibt G. Steiger:

$$R_2Al_2Si_3O_{10} . H_2O.$$

1) G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. **262**, 75 (1895); Z. Kryst. **43**, 389 (1807).

F. W. Clarke und G. Steiger[1]) erhitzten Skolezit von Wale Cole Grand Mananinsel (N. Braunschweig) bei 350° mit dem vierfachen Gewichte von Chlorammonium in einer geschlossenen Glasröhre während 9 Stunden und erhielten folgende Werte:

	Analyse des Minerals	Rückstand A.	Rückstand B.
NH_3	—	8,48	8,91
Na_2O	0,41	—	0,29
CaO	13,92	0,62	0,42
Al_2O_3	25,78	30,51	30,50
SiO_2	45,86	53,39	53,69
H_2O bei 100°	0,40	0,74	0,12
H_2O über 100°	13,65	6,28	6,52
	100,02	100,02	100,45

Versuche von Ilse Zoch. An Skolezit vom Berufjord hat I. Zoch[2]) Versuche mit Chlorammoniumlösung ausgeführt; die angewandte Temperatur betrug 52°. Die Lösung war eine äquivalente, d. h. eine Lösung mit ebensoviel Millimolen Ammonium in 50 ccm wie Kationen in 3 g Zeolith. Eine zweite Versuchsreihe betraf das Basenaustauschvermögen des Skolezits gegen eine 10%ige Chlorammoniumlösung.

Als Resultat läßt sich angeben, daß nur eine geringe Umwandlung eintritt, daß daher Skolezit zu jenen Zeolithen gehört, welche ein sehr geringes Austauschvermögen besitzen. Zu analogen Resultaten war schon R. Gans[3]) gelangt. Zu diesen gehören auch Natrolith und Analcim. Wie G. Tschermak[4]) bemerkt, hängt das Austauschvermögen mit dem Wassergehalte zusammen. Die wasserärmeren zeigen ein minimales Austauschvermögen. G. Tschermak schreibt das Austauschvermögen dem von ihm als Kristallwasser aufgefaßten Wasseranteil zu.

Genesis und Synthese.

G. A. Daubrée[5]) beobachtete in den Ziegeln der römischen Bäder von Plombières Neubildung von Skolezitkristallen, ebenso in solchen von Bourbonne, Luxeuil.

Hierher gehört auch eine Beobachtung von R. Hermann,[6]) nach welcher zwischen den Basaltsäulen von Stolpen eine plastische Masse (also offenbar ein Gel) gefunden wurde, welche sich allmählich in skolezitartige Kristalle umwandelte.

C. Doelter[7]) machte einen Versuch behufs künstlicher Darstellung des Skolezits.

Aus entsprechenden Mengen von Kieselsäure, Tonerde und Kalkerde in Lösung ergab sich kein Skolezit. Dagegen gelang es, durch Umkristallisierung in verschlossenem Rohre bei 150° Kristalle zu erzeugen, welche prismatisch ausgebildet waren, und ganz dem natürlichen Skolezit glichen. Diese Synthese, sowie die Beobachtung G. A. Daubrée weisen auf niedrige Bildungstemperatur, auf welche auch das Vorkommen in der Natur deutet.

[1]) F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. [4] **9**, 345 (1900); Z. Kryst. **36**, 65 (1902).
[2]) I. Zoch, Chem. d. Erde **1**, 232 (1915).
[3]) R. Gans, J. preuß. geol L.A. **26**, 179 (1905) und **27**, 63 (1906).
[4]) G. Tschermak, l. c. **126**, 596 (1917).
[5]) G. A. Daubrée, Ann. mines **13**, 244 (1853); C. R. **83**, 421 (1873).
[6]) R. Hermann, Bull. soc. nat. Moscou **30**, 545 (1857); Journ. prakt. Chem. **72**, 26.
[7]) C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 135.

Umschmelzung von Skolezit. Beim Umschmelzen des Minerals ergab sich, wie aus dessen Formel (vgl. S. 56) vorauszusehen war, Anorthit, daneben bildete sich auch etwas Quarzglas aus.

Löslichkeit des Skolezits. Meine Versuche[1]) mit destilliertem Wasser bei 80° ergaben nur geringe Löslichkeit; die gelöste Substanz bestand aus Kieselsäure.

Bei einem bei derselben Temperatur unternommenen Versuche mit 10 %iger Na_2CO_3-Lösung lösten sich 33,9 %. Das Verhältnis $SiO_2:Al_2O_3:CaO$ ist 12:1,6:2,8, während im unzersetzten Mineral diese 12:7:5 ist. Es ist also mehr Kieselsäure und wenig Tonerde in Lösung gegangen.

Umwandlung in der Natur.

Skolezit scheint wenig zu Umwandlungen zu neigen. F. Heddle[2]) führt eine solche in Prehnit an (von der Insel May).

Ch. R. van Hise[3]) hat eine Formel für diese Veränderung gegeben:

$$H_2CaAl_2Si_3O_{11} . 2H_2O + CaCO_3 = H_2Ca_2Al_2Si_3O_{12} + 2H_2O + CO_2 + k.$$

Die Volumverminderung beim Vergleiche von Prehnit mit Skolezit beträgt 16,66 %.

Mesolith.

Synonym: Mesotyp.

Varietäten: Antrimolith, Harringtonit, Poonalith.

Monoklin-hol. $a:b:c = 0{,}9777:1:0{,}3226$; $\beta = 92^\circ 6'$ ähnlich wie Skolezit. (Nach anderen triklin.)[4])

Analysenzusammenstellung.

Mesolith ist eine isomorphe Mischung eines Natriumaluminium- und eines Calciumaluminiumsilicats. Wegen der Identität dieser Silicate mit Natrolith und Skolezit sind die isomorphen Mischungen derselben im Anschlusse an Skolezit zu bringen.

Die Einteilung ergibt sich aus dem höheren oder geringeren Gehalte der beiden Komponenten und erfolgt daher die Anordnung nach dem Natrongehalte der Analysen.

Mesolithe mit einem Gehalt bis 5 % Natron.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na_2O	1,72	2,24	2,76	3,40	3,64	4,50
K_2O	Spur	0,45	0,63	—	—	—
MgO	0,08	—	—	—	0,08	0,02
CaO	12,02	11,86	12,12	12,15	9,10	10,36
Al_2O_3	21,95	26,53	27,30	25,02	27,57	26,52
SiO_2	50,85	45,15	45,60	43,29	46,58	47,13
H_2O	14,61	13,81	12,99	16,01	13,17	12,59
	101,23	100,04	101,40	99,87	100,14	101,12

[1]) C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 135.
[2]) F. Heddle, Phil. Mag. [4] **17**, 44 (1859).
[3]) Ch. R. van Hise, Treat. on Metam. Washington 1904, 333.
[4]) Siehe G. Tschermak, l. c. **126**, 600 (1917).

1. Aus Augit-Hypersthen-Andesit von „Su Marralzu“ bei Osilo, Sardinien; anal. A. Serra, R. Acc. d. Linc. [5a] **18**, II, 348 (1909); Z. Kryst. **50**, 483 (1912).
2. Aus den Gruben von Rodaito Coquimbo (Chile); anal. L. Darapsky, N. JB. Min. etc. 1888, I, 66.
3. Harringtonit von Bombay, Ostindien; anal. S. Haughton, Phil. Mag. **32**, 225 (1866).
4. Von Fritz Island (Pennsylv.); anal. B. Sadtler, Journ. Am. Chem. Soc. **4**, 357 (1883).
5. u. 6. Beide vom Ufer des Berufjord (Island); anal. E. E. Schmid, Pogg. Ann. **142**, 121 (1871); vgl. Analyse Nr. 9 von demselben Fundort.

	7.	8.	9.
δ	2,174	—	—
Na_2O	3,75	4,20	4,46
K_2O	—	—	0,41
MgO	—	2,46	0,01
CaO	11,32	7,64	9,68
Al_2O_3	26,21	26,36	26,24
SiO_2	45,07	48,88	46,41
H_2O	14,34[1]	12,32	13,76
	100,69	101,86	100,97

7. Harringtonit, scheinbar amorph, von Antrim (Irland); anal. K. v. Hauer bei A. Kenngott, Sitzber. Wiener Ak. **12**, 293 (1854).
8. Am Giant Causeway, Antrim, schöne Kristalle; anal. J. Thomson, Phil. Mag. 1840, nach E. D. Dana, Miner. 1868, 430.
9. Berufjord, Island; anal. Sart. v. Waltershausen, Vulk. Gest. Islands 1853, 267.

	10.	11.	12.
Na_2O	4,97	4,79	4,12
K_2O	—	—	0,03
CaO	9,72	9,69	13,57
Al_2O_3	26,58	25,98	26,33
SiO_2	46,50	45,97	46,20
H_2O über 100°	12,29	12,04	11,18
H_2O unter 100°	—	1,34	—
	100,06	99,81	101,43

10. Von den Faröer; anal. R. Görgey, Tsch. min. Mit. **28**, 95 (1909).
11. Von Österö, Faröer; anal. G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 262 (1895).
12. Vom Kara-Dagh (Krim); anal. P. Tschirwinski u. A. Orloff, Min. géol. et min. russe **15**, 144 (1913); N. JB. Min. etc. 1914, II, 360.

	13.	14.	15.	16.
δ	2,16	—	—	—
Na_2O	4,69	4,89	4,54	4,91
MgO	0,06	—	—	—
CaO	9,16	9,88	10,78	9,26
Al_2O_3	27,05	26,23	26,18	27,40
SiO_2	47,40	47,07	45,98	46,65
H_2O	12,69	12,24	13,00	12,00
	101,05	100,31	100,48	100,22

[1]) Davon entweichen 1,41% bei 100°.

13. Von Stromö, Faröer; anal. E. E. Schmid, wie Analyse Nr. 5 u. 6.
14. u. 15. Antrimolith von Antrim, Bengune, Irland; anal. F. Heddle, Phil. Mag. **13**, 148 (1857).
16. Von Niederkirchen (Pfalz); anal. Riegel, Journ. prakt. Chem. **40**, 319 (1847).

	17.	18.	19.
Na_2O	5,68	4,83	4,98
CaO	9,55	9,63	—
Al_2O_3	26,68	26,48	26,48
SiO_2	46,71	46,66	46,26
H_2O	11,42	12,25	13,04
	100,04	99,85	100,76

17. u. 18. Von Port George (Nova Scotia, Canada); anal. H. How, Am. Journ. **26**, 32 (1858); vgl. Analyse Nr. 20 mit höherem Na-Gehalt.

19. Derb, strahlig von Kilmore, Insel Skye (Schottl.); anal. F. Heddle, wie Analyse Nr. 28.

Mesolithe mit 5—7⁰/₀ NaO.

	20.	21.	22.	23.	24.	25.
δ	—	—	—	—	—	2,264–2,272
Na_2O	5,09	5,09	5,23	5,39	5,40	5,33
K_2O	—	0,48	—	—	—	0,11
CaO	9,47	9,13	9,11	9,08	8,90	9,35
Al_2O_3	26,69	27,55	25,99	26,62	26,70	26,45
SiO_2	45,96	45,89	46,74	46,71	46,72	46,71
H_2O	12,78	12,79	12,41	12,83	12,92	12,56
	100,00	100,93	99,48	100,63	100,64	—

20. Vom Berufjord (Island); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 552 (1876).
21. Vom Cape Blomidon, Nova Scotia (Canada); anal. J. Marsh nach J. D. Dana, Miner. 1868, 431.
22. Aus der Atacamawüste (Chile); anal. L. Darapsky, wie Analyse Nr. 2.
23. Erdig, von Talisker, Insel Skye; anal. F. Heddle, Phil. Mag. **13**, 50, 148 (1857).
24. Faserig, von Storr, Insel Skye; anal. wie oben.
25. Poonalith, von Poonah (Indien); anal. H. L. Bowman, Min. Mag. **16**, 216 (1908); Z. Kryst. **50**, 199 (1912).

	26.	27.	28.	29.
δ	—	—	—	2,103
Na_2O	5,14	5,80	6,19	6,90
K_2O	—	—	—	0,57
MgO	—	—	—	0,46
CaO	9,08	10,00	8,77	6,12
MnO	—	—	—	0,38
Al_2O_3	26,46	24,10	26,88	26,46
Fe_2O_3	—	—	—	1,43
SiO_2	46,80	47,70	46,17	45,61
H_2O	12,28	12,41	12,16	12,25
	99,76	100,01	100,17	100,18

26. Von Nalsoe, Faröer; anal. F. Heddle, Min. Faröer u. Tr. geol. Soc. Glasgow **12**, 1 (1899); Z. Kryst. **45**, 303 (1908).
27. Aus Basalt von Montresta (Sardinien); anal. J. Deprat, Bull. Soc. min. **31**, 181 (1908).

28. Aus Basalt, Table Montains (Colorado); anal. F. W. Hillebrand bei Whitman Cross, Am. Journ. **24**, 129 (1882); auch Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 20, 35 (1885).
29. Von Stainchol, Insel Skye; anal. F. Heddle, Min. Mag. **5**, 118 (1883).

Mesolithe mit über 7 °/₀ Natron.

	30.	31.	32.	33.	34.
δ	2,262	—	2,232	—	—
Na_2O	7,00	7,80	7,80	10,54	11,27
CaO	7,61	7,08	7,84	3,56	4,46
Al_2O_3	27,50	26,80	29,04	27,19	26,70
SiO_2	42,70	47,61	43,83	45,20	44,14
H_2O	14,71	12,11	11,75	13,00	12,76
	99,52	101,40	100,26	99,49	99,33

30. Insel Caranja (Indien); anal. J. Thomson, Edinburgh Phil. Journ. **17**, 186 (1834).
31. Aus Augitporphyrit, Serra de Botucatu (Bras.); anal. E. Hussak, Z. Kryst. **21**, 406 (1893).
32. Aus Nephelinbasalt, Pflasterkante bei Eisenach; anal. O. Luedecke, N. JB. Min. etc. 1881, II, 34.
33. Aus Basalt von Landskrone (Schlesien); anal. H. Traube, Min. Schlesiens, 1888, 144.
34. Im doleritischen Nephelinbasalt von Löbau, weiß, nierenförmig; anal. Peck bei A. Frenzel, Min. Lexikon Sachsens, 1874, 204.

	35.	36.	37.
Na_2O	8,12	10,48	8,40
K_2O	Spur	Spur	6,63
CaO	10,87	7,03	—
Al_2O_3	25,05	27,14	26,63
SiO_2	42,94	43,88	46,50
H_2O	13,32	11,86	11,93
	100,30	100,39	100,09

35. Von Montresta (Sardinien); anal. L. Pelacani, R. Acc. d. Linc. [5a], **17**, II, 66 (1908); Z. Kryst. **49**, 68 (1911).
36. Von Lomond, N. South Wales; anal. C. Anderson, Rec. Australian Museum **6**, 404 (1907); Z. Kryst. **46**, 636 (1900).
37. Von Zchra-Zkaro bei Borschom (Transkaukasien); anal. K. D. Glinka, Tr. Soc. natural. St. Pétersbourg **24**, 1—175 (1906); Z. Kryst. **46**, 287 (1909).

Wassergehalt.

F. Zambonini[1]) hat Versuche mit Mesolith von der Seisser Alpe ausgeführt. In feuchter Luft ergaben sich folgende Zahlen:

Temperatur	Wasserverlust
125°	0,57 °/₀
175	1,08
215	3,23
217	4,89
305	6,35
325	7,21
350	10,53

Der gesamte Wasserverlust beträgt: 13,64 °/₀.

[1]) F. Zambonini, Atti R. Acc. Napoli **34**, 121 (1908).

Die Kurve für Mesolith ähnelt in ihrem unteren Verlauf jener des Natroliths und in ihrem oberen Verlaufe der des Skolezits. Bei 300° hat man den bei der letzteren Kurve beobachteten Flexionspunkt. Die Wiederaufnahme des Wassers erfolgt wie die folgenden Zahlen dartun, wobei die Temperaturen jene sind, bis zu welchen erhitzt worden war.

Unterschied im Wassergehalt	Erhitzungstemperatur
+ 0,17 %	125°
+ 0,16	175
+ 0,17	215
+ 0,52	247
+ 0,98	305
+ 0,50	325
− 10,14	350

Bis zu einem gewissen Punkt ist also die Wasseraufnahme größer als der ursprüngliche Wassergehalt betrug, dann wird dies Plus geringer. Man hat ähnliche Verhältnisse wie bei Skolezit.

L. Pelacani[1]) hat Versuche über den Wasserverlust ausgeführt. Über Schwefelsäure erlitt Mesolith folgende Gewichtsverluste:

Nach:	24	48	72	336 Stunden
Verlust	0,43	0,57	0,59	0,76 %

Das ursprüngliche Gewicht stellt sich nach vierstündigem Stehen in feuchter Luft wieder ein. Über Schwefelsäure unter 6 cm Druck ist der Verlust des Gewichts folgender:

Stundenzahl	24	48	72	144	408
Verlust	0,99	1,05	1,09	1,16	1,23 %

Nach 5 Stunden war das entwichene Wasser wieder absorbiert.

Die Entwässerung bei steigender Temperatur ergab:

100—105°	0,92 %	200—210°	3,26 %
125—130	1,40	250—260	4,84
150—160	1,85	300—310	6,06
175—180	2,09	350—360	9,03

Wenn die Erhitzungstemperatur 300° nicht überstieg, wurde das ganze Wasser an feuchter Luft wieder aufgenommen. Von dem zwischen 350—360° entwichenen Wasser wurden 3,09 % wieder aufgenommen, nach 650 stündigem Stehen an feuchter Luft ist noch ein definitiver Verlust von 5,94 % zu konstatieren. Nach dem Glühen findet keine Wasseraufnahme mehr statt.

Formel.

C. F. Rammelsberg[2]) fand das Verhältnis R : Al : Si = 1 : 2 : 3, das von Al : H_2O = 2 : 2 : 7, bei jenem von Atacama. Bei anderen sind die Zahlen folgende:

[1]) L. Pelacani, R. Acc. d. Linc. [5a] 17, II, 66 (1908); Z. Kryst. 49, 68 (1911).
[2]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem., Erg.-Heft I, 163.

Na : Ca : Al : Si : H_2O	Fundort	Analytiker
1 : 1,4 : 1,1 : 6,6 : 6,1	Island	E. E. Schmid,
1 : 1 : 0,79 : 4,7 : 4,3	Island	J. Lemberg,
1,27 : 1 : 0,83 : 4,9 : 4,3	Table Mountains	F. W. Hillebrand,
1,8 : 2 : 1 : 5,2 : 4,6	Pflasterkante	O. Luedecke.

Zieht man das Natriumsilicat (Natrolithsilicat) ab, so hat man für die vier Analysen:

Ca : Al : Si : H_2O
1 : 0,6 : 3,75 : 2,99
1 : 0,5 : 3,1 : 2,26
1 : 0,5 : 3 : 3
1 : 0,55 : 2,5 : 1

Für Skolezit ist aber dieses Verhältnis 1 : 2 : 3 : 3. Die angegebenen Zahlen sind daher nicht ganz richtig.

C. F. Rammelsberg setzt daher Nr. 1 Na : Ca = 2 : 3, Si : H_2O = 1 : 0,916. In Nr. 2 ist Si : H_2O = 1 : 0,89 zu setzen. In Nr. 3 ist Si : H_2O = 1 : 0,87 zu nehmen. In Nr. 4 nimmt er Ca : Na = 1 : 2 an und Si : H_2O = 1 : 0,833.

Die berechneten Atomverhältnisse sind für die vier Analysen:

	Na : Ca : Al : Si : H_2O
1.	1 : 1,5 : 1 : 6 : 5,5
2.	1 : 1 : 0,75 : 4,5 : 4
3.	1 : 0,8 : 0,65 : 3,9 : 3,4
4.	1 : 0,5 : 0,5 : 3 : 2,5

Die Mesolithe sind:

$$m\,(Ca\,Al_2Si_3O_{10}\,.\,3\,H_2O)$$
$$n\,(Na_2Al_2Si_3O_{10}\,.\,2\,H_2O).$$

Diese Annahme, daß eine isomorphe Mischung zweier Silicate vorläge, welche durch ihren Wassergehalt sich unterscheiden würden, ist nicht sehr wahrscheinlich.

Daher nimmt auch C. Hintze die beiden Silicate:

$$Na_2Al_2Si_3O_{10}\,.\,2\,H_2O \quad \text{und} \quad CaAl_2Si_3O_{10}\,.\,2\,H_2O + H_2O$$

an. V. Goldschmidt[1]) schreibt:

$$Na_2CaAl_4Si_6O_{20}\,.\,5\,H_2O.$$

Diese Formel verlangt 12,4 % Wasser, während er selbst 13 % fand.

P. Groth[2]) nimmt ein Molekül Wasser als Konstitutionswasser an und es wird die Formel:

$$Na_2Al(AlO)\,(SiO_3)_3\,.\,2\,H_2O,$$
$$CaAl(Al\,.\,2\,OH)\,(SiO_3)_3\,.\,2\,H_2O.$$

Entgegengesetzt den früher ausgesprochenen Ansichten, daß der Mesolith eine isomorphe Mischung eines Natronsilicats (Natrolith) und eines Calciumsilicats (Skolezit) sei, stellt R. Görgey[3]) die Ansicht auf, es handele sich bei Mesolith um ein Doppelsalz; die Unterschiede der Analysen erklärt er durch

1) V. Goldschmidt, N. JB. Min. etc. 1906, I, 20.
2) P. Groth, Tabl. systém. Genève 1904, 164.
3) R. Görgey, Tsch. min. Mit. **28**, 95 (1909).

unreines Material. Es würde, wie schon V. Fuchs und Gehlen[1]) behaupteten, eine Verbindung:

$$Na_2Al_2Si_3O_{10} . 2H_2O . [CaAl_2Si_3O_{10} . 3H_2O]_2$$

vorliegen.

Die theoretische Zusammensetzung ist:

Na_2O	5,31
CaO	9,59
Al_2O_3	26,24
SiO_2	46,53
H_2O	12,33
	100,00

Dafür spricht nach R. Görgey die Lage der optischen Achsen.

Anderseits sind die Unterschiede der Analysen doch so groß, daß diese Ansicht vorläufig keine genügende Stütze findet. Für diese Ansicht spricht aber die Untersuchung des Poonaliths (S. 70) durch H. L. Bowman,[2]) welcher die Formel aufstellte:

$$Na_2Al_2Si_3O_{10} . 2H_2O . 2CaAl_2Si_3O_{10} . 3H_2O.$$

Jedoch zeigt die Analyse von Kristallen von dort, welche G. Tschermak analysierte, eine andere Zusammensetzung: es ist Skolezit, so daß man nicht alle Kristalle von Poonah als Mesolithe bezeichnen kann. In seiner während der Drucklegung dieses Heftes erschienenen Arbeit macht G. Tschermak[3]) darauf aufmerksam, daß Verwachsungen von Mesolith und Natrolith vorkommen, so daß manche Analysen von faserigen und radialstengeligen Aggregaten, welche analysiert wurden, Verwachsungen sein könnten. Er hat die Analysen neu berechnet und findet, daß häufig das Verhältnis $Ca:Na_2 = 2:1$ ist. Er hält die Annahme eines Doppelsalzes für wahrscheinlich. Allerdings stimmen damit nach seiner Berechnung die Hälfte der Analysen nicht, er erklärt dies aber durch Verwachsungen, eventuell durch Analysenfehler. Die Formel des reinen Mesoliths dürfte sein: $H_4Na_2Al_2Si_3O_{12} . 2(H_6CaAl_2Si_3O_{13})$.

Aus den Resultaten von R. Görgey, H. L. Bowmann, sowie aus den Berechnungen von G. Tschermak geht also hervor, daß der so zusammengesetzte Mesolith eine besondere Varietät bildet. Ob diese als Doppelsalz aufzufassen ist oder ob es nur wie bei anderen Mineralien ein öfter wiederkehrendes Mischungverhältnis darstellt, ist noch unsicher. Das Vorkommen eines Doppelsalzes würde übrigens das Vorkommen isomorpher Mischungen nicht ausschließen.

Es wäre wohl zweckmäßig, die das Verhältnis 1:2 zeigenden Mesolithe mit einem besonderen Namen zu bezeichnen, etwa als Poonalith, obgleich auch in Poonah Skolezite vorkommen.

Eigenschaften.

Achsenebene parallel zum Spaltprisma, spaltbar nach (110), ziemlich vollkommen, Dichte 2,2—2,4. Nach R. Görgey[4]) 2,272. Härte 5. Bruch uneben, spröde.

---

[1]) V. Fuchs u. Gehlen, Schweiggers Journ. **18**, 1 (1816).
[2]) H. L. Bowman, Min. Mag. 15, 216 (1908); Z. Kryst. **50**, 200 (1912).
[3]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **127**, 203 (1918).
[4]) R. Görgey, Tsch. min. Mit. **28**, 90 (1909).

Vor dem Lötrohre wird er undurchsichtig und schmilzt dann unter Anschwellen zu einem blasigen Email. Im Kölbchen gibt er Wasser.

Mit Salzsäure gelatiniert er.

Neue optische Untersuchungen rühren von R. Görgey[1]) her. Der Brechungsquotient für N_β ist:

Li-Licht	1,5021
Na-Licht	1,5050
Tl-Licht	1,5072

Doppelbrechung:

$$N_\gamma - N_\alpha = 0{,}0005; \quad N_\gamma - N_\beta = 0{,}00028; \quad N_\beta - N_\alpha = 0{,}00023.$$

R. Görgey[1]) bestimmte auch die Lage der Ebene der optischen Achsen bei verschiedenen Temperaturen. Aus seinen im Original einzusehenden Messungen geht hervor, daß beim Erwärmen (bis 85°) die Neigung der Achsenebene zur Prismenzone verschwindet. Die Auslöschungsrichtungen ändern sich dagegen nicht. Nach Mitteilung von R. Görgey ergab die Zeichnung der Isopolarisationskurven durch F. Becke, daß bei Vergleich derselben mit jenen von Natrolith und Skolezit (nach der G. Wulffschen Methode) die Lage der optischen Achsen für Mesolith, wie sie bei Annahme einer isomorphen Mischung sich ergebe, mit der tatsächlich beobachteten nicht übereinstimmt.

H. L. Bowman[2]) fand für die Varietät Poonalith $2E = 76\,^1/_4{}^0$; $2V = 81{,}5^0$ (Na-Licht).

Spezifische Wärme. Nach P. E. W. Öberg[3]) ist die mittlere spezifische Wärme zwischen 99° und 14° bestimmt an „Kalkmesotyp" von Island 0,2464.

Umwandlung. F. v. Richthofen[4]) fand den Mesolith von der Giumella-Alpe (Fassa) in Quarz und Prehnit umgewandelt. Diese Umwandlung drückt Ch. R. van Hise[5]) durch folgende Formel aus:

$$H_2Na_2CaAl_4Si_8O_{21}\,.\,H_2O + 3\,CaCO_3 = 2\,H_2Ca_2Al_2Si_3O_{12} + Na_2CO_3 + 2\,CO_2 + 3\,H_2O - k.$$

Künstliche Umwandlung.

Im Anschluß an seine Versuche am Skolezit hat J. Lemberg[6]) auch einige am Mesolith ausgeführt. Diese wurden an dem Vorkommen von Island dargestellt. (Siehe Analyse Nr. 20).

	1.	2.	3.
Na_2O . . .	0,31	15,90	14,03
K_2O . . .	21,54	—	—
CaO . . .	—	—	1,15
Al_2O_3 . . .	25,19	27,22	27,20
SiO_2 . . .	43,63	46,88	47,44
H_2O . . .	9,33	10,00	10,18
	100,00	100,00	100,00

[1]) R. Görgey, l. c.
[2]) H. L. Bowman, Min. Mag. **11**, 200 (1908); Z. Kryst. **50**, 200 (1912).
[3]) P. E. W. Öberg, K. Vet. Ak. Förh. Stockholm 1885, 43.
[4]) F. v. Richthofen, Sitzber. Wiener Ak. **27**, 365 (1851).
[5]) Ch. R. van Hise, Metam. 333.
[6]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 552 (1876).

1. Mesolith durch 27 Tage mit KCl-Lösung behandelt.
2. Der bei dem vorigen Versuche entstandene Kali-Mesolith 4 Tage lang mit Kochsalzlösung digeriert.
3. Der im vorigen Versuche entstandene Natrolith 18 Tage mit Chlorcalciumlösung behandelt.

Es geht aus den Versuchen, welche hier angeführt wurden, im Vereine mit den früheren hervor, daß Mesolith, Skolezit und Natrolith ineinander umgewandelt werden können.

Nach J. Lemberg ist das wechselnde Verhältnis von Na:Ca mit den Schwankungen des Kalk- und Natrongehalts in der Mutterlauge in Zusammenhang. Ferner bemerkt er, daß die Skolezitsubstanz im Mesolith sich abweichend verhält von der des eigentlichen Skolezits, sie steht in' ihrem chemischen Verhalten dem Natrolith näher. Er schließt dies aus dem Verhalten gegen Chlorcalciumlösung.

Umwandlung des Mesoliths in Thallium-Mesolith.

G. Steiger[1]) hat diese Umwandlung durch Thalliumnitrat durchgeführt. Vgl. die Methode bei Thomsonit, S. 28.

Als Ausgangsmaterial diente das Vorkommen von Osterö (Faröerinseln), dessen Analyse sich S. 64 findet. Das Thalliumderivat war kristallin, weiß: die Nadeln löschen im polarisierten Licht gerade aus. Die Zusammensetzung ist folgende:

Na_2O	0,26
CaO	2,90
Tl_2O_3	44,75
Al_2O_3	16,94
SiO_2	29,11
H_2O über 100°	3,06
H_2O unter 100°	3,32
	100,34

Aus den Molekularverhältnissen berechnet sich die Formel:

$$R_2Al_2Si_3O_{10} . H_2O.$$

Im ausgewaschenen Teile befindet sich nur wenig Tonerde, während der Gehalt an Kalkerde 5,50% und jener an Natron 4,42% beträgt.

Zu der Formel ist zu bemerken, daß der Wassergehalt von dem des Mesoliths bedeutend abweicht.

Verwitterung.

K. D. Glinka[2]) hat, wie bei Thomsonit und anderen Zeolithen, auch bei Mesolith die Verwitterung untersucht. Bei der Verwitterung zerfällt der frische Mesolith in ein weißes kristallines Pulver. Seine Zusammensetzung ist dann folgende, während die Analyse des frischen sich S. 37, Nr. 66 findet:

---

[1]) G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 262, 85 (1895); Z. Kryst. 43, 389 (1907).
[2]) K. D. Glinka, Tr. soc. natur. St. Pétersbourg 24 (1906); siehe S. 66.

	1.	2.
Na_2O	1,30	4,98
CaO	10,55	8,62
Al_2O_3	23,80	25,28
SiO_2	49,20	48,41
H_2O	15,07	12,65
	99,92	99,94

Der Vergleich beider Analysen ergibt einen großen Verlust an Natron (7,10%). Dagegen ist der Kalkgehalt um 3,92% gestiegen und auch der Kieselsäuregehalt ist höher. Das umgewandelte Mineral mit weit höherem Wassergehalt nähert sich in seiner Zusammensetzung dem Laumontit.

In der Zwischenstufe zwischen frischem und ganz umgewandeltem Mesolith ist die Zusammensetzung die unter 2. angegebene während unter 1. das endgültige Umwandlungsprodukt zu verstehen ist.

Zeolithe mit schwankendem SiO_2-Gehalt.

Bei den bisher betrachteten Zeolithen nahmen wir zwei oder ein einziges Silicat an, wobei die Formeln auf Anorthit, eventuell auf ein analoges Natriumsilicat deuten. Bei Chabasit, dann auch bei Phillipsit und Desmin haben wir namentlich bei ersteren ein stärkeres Schwanken des Kieselsäuregehalts, welches durch Annahme von Mischungen solcher Silicate erklärt wurde, welche verschiedenen Kieselsäuregehalt besitzen, z. B. bei Phillipsit, Anorthit und Orthoklas, Anorthit und Albit bei Desmin. Doch zeigt sich, daß nicht immer der Alkaligehalt in einem sauren Silicat vorhanden zu sein braucht und bei Chabasit und auch bei den anderen nahm man ein saures hypothetisches Kalksilicat $CaAl_2Si_6O_{16}$ an.

G. Tschermak[1]) hat in seiner letzten Arbeit eine Neuberechnung vieler Analysen durchgeführt und nimmt zur Erklärung dieser Schwankungen, die jetzt zum Teil bedeutender als früher erscheinen, an, daß an den Anorthitkern (abgesehen vom Hydratwasser) verschiedene Kieselsäuren gebunden sind, wodurch sich die Schwankungen rechnerisch erklären lassen. Diese Hypothese (wobei man meistens die polymeren Säuren G. Tschermaks auf Orthokieselsäure und Metakieselsäure reduzieren kann), ließe sich wohl als eine sehr wahrscheinliche annehmen. Demnach wäre der Anorthitkern zum Teil an eine dieser Säuren gebunden. In anderen Fällen nimmt G. Tschermak aber noch weitere komplizierte Säuren an. Es wäre aber immerhin noch die Möglichkeit vorhanden, daß neben dem Anorthitkern auch ein Orthoklaskern oder Albitkern vorhanden ist. G. Tschermak hat den Kaligehalt und den Natrongehalt auf Kalkgehalt umgerechnet, wobei er immer das Anorthitsilicat, bzw. ein analoges Na- oder K-Silicat annimmt. Welches die einfachere und wahrscheinlichere Hypothese ist, wird in jedem Spezialfalle erst zu entscheiden sein. Näheres siehe bei den einzelnen Zeolithen.

Jedenfalls ist die frühere Annahme, daß der Alkaligehalt nur an ein mehr saures Silicat gebunden sei, nicht zutreffend, da schon C. F. Rammelsberg Schwankungen im SiO_2-Gehalt bei derselben Menge Alkali beobachtete. Ferner ist darauf aufmerksam zu machen, daß meistens der Wassergehalt dem Kiesel-

[1]) G. Tschermak, l. c. **127**, 182ff. (1918).

säuregehalt folgt. So ist die Annahme gerechtfertigt, daß das Wasser an die Kieselsäure gebunden ist, wie schon einleitend bemerkt wurde.

Endlich wäre noch die Hypothese möglich, daß, analog zu den festen Lösungen, neben einem Kern von Anorthit, bzw. einem analogen Natrium- oder Kaliumsilicat, wechselnde Mengen von Kieselsäuren vorhanden sind, so daß man also zu schreiben hätte:

$$CaAl_2Si_2O_8 . nSiO_2 . H_2O$$

oder

$$CaAl_2Si_2O_8 . nSiO_2 . 2H_2O .$$

Eine Prüfung dieser Hypothese wäre noch durchzuführen. Jedenfalls gewinnt die Ansicht, daß neben einem Kern noch eine wasserhaltige Kieselsäure vorhanden ist, an Boden. Nur über die Arten dieser Säuren gehen die Ansichten auseinander, namentlich auch darüber, ob mehrere oder nur eine Kieselsäure an den Kern gebunden sind.

Was die Einteilung anbelangt, so ist bei Chabasit die Anordnung nach dem Kieselsäuregehalt geboten. Man könnte sie auch bei Phillipsit und Desmin beibehalten, doch ist auch die Anreihung nach dem Alkaligehalt wichtig, insbesondere bei Phillipsit.

Chabasit.

Von **M. Goldschlag** (Wien) †.

Kristallsystem: pseudotrigonal, skalenoedrisch; (P. Groth).

$a:c = 1:1,0860.$[1]) Rhomboederwinkel nach A. Himmelbauer:

$\beta = 85^{\circ} 7^1/_2{}'$ (vgl. G. Tschermak, Sitzber. Wier Ak. **126**, 546 (1817).

Der systematische Umfang der Mineralgattung Chabasit unterlag im Laufe der Zeit mannigfachen Wandlungen. Es wurden nach und nach mehrere Arten und Varietäten aufgestellt, denen manche Autoren eine Selbständigkeit zugeschrieben haben, andere hingegen dieselben mit dem Chabasit vereinigt wissen wollten. Dies gilt in erster Linie für den Phakolith, Seebachit, Herschelit, Gmelinit und Levyn.

Schon G. Tamnau,[2]) dem wir eine beachtenswerte Monographie des Chabasits verdanken, hat den Vorschlag gemacht, den Gmelinit und Levyn mit dem Chabasit in einer Gruppe zusammen zu vereinigen. Auch G. Rose[3]) gibt die chemische Identität dieser drei Mineralien zu, meint aber, daß kristallographische Gründe gegen eine Zusammenfassung sprechen. Er fand, daß die Pyramide und die Prismenfläche des Gmelinits beim Chabasit nicht vorkommt, und ferner, was vielleicht noch wichtiger ist, daß der erstere nach dem Prisma, der Chabasit hingegen nach dem Rhomboeder spaltet. Am Levyn wiederum wurden Rhomboederflächen beobachtet, die am Chabasit nicht vorkommen, und fehlt ihm außerdem die rhomboedrische Spaltbarkeit des Chabasits.

G. vom Rath[4]) vereinigte den Seebachit und Herschelit mit den Phakolithen und stellte sie zum Chabasit. Er stimmt hierin mit A. Arzruni und P. Groth[5]) überein.

[1]) W. Phillips, A elementary introduction of to the knowledge of mineralogy. London 1823, 138.
[2]) G. Tamnau, N. JB. Min. etc. 1836, 633.
[3]) G. Rose, Das krystallo-chemische Mineralsystem. Leipzig 1852, 99—102.
[4]) G. vom Rath, Pogg. Ann. d. Phys. u. Ch. **158**, 399 (1876).
[5]) A. v. Arzruni und P. Groth, ebenda.

Ausführlich behandelt diese Frage A. Streng.[1]) Er stellte in einer eingehenden Diskussion zahlreicher eigener und fremder Analysen fest, daß man, vom chemischen Standpunkte, gegen die Zusammenziehung der oben genannten Mineralien in eine systematische Gruppe des Chabasits nichts einzuwenden hat; was die kristallographischen Verschiedenheiten hingegen anbetrifft, so lassen sich die einzelnen beobachteten Formen, von einer Grundfläche ausgehend, in einer Reihe übersichtlich darstellen. Auch J. Lemberg[2]) sprach sich aus chemischen Gründen für die Vereinigung des Seebachits, Herschelits, Phakoliths und Gmelinits mit dem Chabasit zu einer Gruppe aus, und G. Tammann[3]) faßt den Gmelinit und Phakolith als polymorphe Modifikationen des Chabasits auf.

Varietäten: Phakolith (G. Breithaupt),[4]) Seebachit (M. Bauer),[5]) Herschelit (A. Lévy).[6]) Die Identität des Seebachits mit dem Phakolith konnte St. J. Thugutt[7]) auf mikrochemischem Wege nachweisen. — Als Adipit bezeichnete E. Renevier[8]) Ausfüllungen von Hohlräumen zwischen Kalkspatkristallen in der Molasse von Crêt-Meilloret bei Lausanne. Von E. Hoffmann[9]) wurde die von Alger und Jackson als Acadialite (bei anderen Acadiolite, F. v. Kobell[10]) schreibt Akadialyt) bezeichnete rote Varietät aus Neuschottland vom Chabasit getrennt, bis Hayes die Identität mit Chabasit auf analytischem Wege bewies. — Unberechtigt ist ferner der Name Doranit, den T. Thomson den umgewandelten Chabasiten von Carrickfergus in Irland gegeben hat.[11]) Unbestimmt ist die Zugehörigkeit des Mesolins von J. V. Berzelius,[12]) den W. Haidinger[13]) zum Chabasit und E. S. Dana[14]) sowie A. Des Cloizeaux[15]) zum Levyn stellen. Der Haydenit (P. Cleaveland)[16]) ist nach J. D. Dana[17]) ein bariumhaltiger veränderter Chabasit.

Im Handbuch werden alle genannten Varietäten gemeinsam mit dem Chabasit behandelt, hingegen der Gmelinit und Levyn, die im Anhange an den Chabasit gesondert betrachtet werden.

Analysenzusammenstellung.

Die Analysen sind im folgenden nach steigendem Kieselsäuregehalt angeordnet. Bei gleichem Gehalt an SiO_2 entschied der Tonerdegehalt.

---

[1]) A. Streng, Ber. d. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde 16, 74—123 (1917).
[2]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 37, 980 (1885).
[3]) G. Tammann, Z. f. phys. Chem. 27, 327—29 (1898).
[4]) G. Breithaupt bei G. Tamnau, l. c. 653—657.
[5]) M. Bauer, Z. Dtsch. geol. Ges. 23 (1871).
[6]) A. Lévy, Ann. Phil. 10, 361 (1825).
[7]) St. J. Thugutt, C. R. de la Soc. Scientif. de Varsovie, 5, 102 (1912).
[8]) E. Renevier, Bull. Soc. Vaudoise 16, 15 (1876).
[9]) E. Hoffmann, Am. Journ. 30, 366 (1836).
[10]) F. v. Kobell, Mineralnamen, 1853, 77.
[11]) T. Thomson, Outlines of Mineralogy, 1, 334 (1836).
[12]) J. V. Berzelius, Journ. Phil. Edinb. 7, 7 (1822).
[13]) F. Mohs, Mineralogie, hrsg. von W. Haidinger, 3, 127 (1825).
[14]) E. S. Dana, Mineralogy, 1892, 595.
[15]) A. Des Cloizeaux, Manuel de Minéralogie 1, 381 (1862).
[16]) P. Cleaveland, An elementary treatise on mineralogy and geology, p. 478 (Boston 1822).
[17]) J. D. Dana, Am. Journ. 17, 82 (1854).

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	—	—	—	2,1621	—
Na_2O	—	—	3,50	5,78	4,64
K_2O	6,52	6,46	Spuren	1,83	2,62
CaO	10,27	9,34	8,50	5,89	5,51
SrO	—	—	—	—	0,74
Al_2O_3	20,99	21,60	21,80	20,99	21,38
SiO_2	40,51	41,32	43,70	43,84	43,94
H_2O	20,98	21,63	22,20	21,97	21,79
	99,27	100,35	99,70	100,30	100,62

1. Phakolith in Form von Rosetten, aus Vallerano, Umgegend von Rom; anal. F. Zambonini, N. JB. Min. etc. 1902, II, 94.

Aus der Analyse berechnet sich die Formel: $4\ RAl_2Si_3O_{10} . RSiO_3 . 22\ H_2O$.

2. Phakolith in Kügelchen, halb durchsichtig oder schneeweiß bis farblos, von Casal Brunori, Umgegend von Rom; anal. F. Zambonini, N. JB. Min. etc. 1902, II, 94.

3. Chabasit (Seebachit) von Richmond, Victoria, Australien; anal. B. Kerl bei M. Bauer, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 393 (1872).

4. Chabasit, durchsichtige Kristalle, aufgewachsen auf einer Kruste von Phillipsit in einer Kluftfläche doleritischen Mandelsteins, von Richmond, Victoria, Australien; anal. C. Hersch, Inaug.-Diss. (Zürich 1887) S. 17.

5. Phakolith, von Richmond, Victoria, Australien; anal. C. Bodewig, briefl. Mitt. bei C. Hintze, Hdbch. d. Min. **2**, 1785.

Aus der Analyse folgen nach C. Bodewig (Z. Kryst. **10**, 277 [1885]) die Molekularquotienten $SiO_2 : Al_2O_3 : \overset{II}{R}O : H_2O = 7 : 2 : 1 : 1 : 12$.

	6.	7.	8.	9.	10.
Na_2O	6,76	4,77	4,92	4,79	3,18
K_2O	1,23	2,59	2,00	2,04	—
CaO	5,05	5,48	5,89	5,63	7,51
SrO	—	0,98	—	—	—
Al_2O_3	21,27	21,38	21,66	21,37	22,10
SiO_2	44,12	44,22	44,30	44,37	44,77
H_2O	21,57	21,72	21,23	21,80	22,07
	100,00	101,14[1])	100,00	100,00	99,63

6. „Herschelit" von Aci reale, Sizilien; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 979 (1885).

7. Chabasit von Richmond, Victoria, Australien; anal. C. Bodewig bei C. Hintze, Hdbch. d. Min. **2** 1784/5 (1897).

8. Chabasit von Richmond, Victoria, Australien; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 977 (1885).

9. „Seebachit" von Richmond, Victoria, Australien; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 644 (1888).

10. Chabasit („Seebachit") von Richmond, Victoria, Australien; anal. R. Lepsius bei M. Bauer, Z. Dtsch. geol. Ges. **25**, 351 (1873).

---

[1]) Die Summe der Analyse ist 100,14% angegeben.

	11.	12.	13.	14.	15.
δ . . .	2,147—2,203 [1])	—	—	—	2,092
Na_2O	3,35	5,54	2,57	1,68	2,23
K_2O	4,34	0,97	0,53	1,31	0,60
BaO	0,18	—	—	—	—
MgO	0,23	—	—	0,14	—
CaO	7,22	7,11	8,91	13,30	8,90
FeO	2,00	—	—	—	—
Al_2O_3	19,68	22,22	20,08	19,48	20,25
Fe_2O_3	—	—	—	0,43	—
SiO_2	45,08	45,33	45,62	45,63	45,73
H_2O	18,00	18,67	22,49 [2])	17,98	22,44 [3])
	100,08	99,84	100,20	99,95	100,15

11. Chabasit von der Buck Creek Korund Mine in Clay Co.; kleine durchsichtige Kristalle; anal. C. H. Baskerville bei J. H. Pratt, Journ. Elisha Mitchell Sc. Soc. **14**, 61—83 (1897). Ref. Z. Kryst. **32**, 604 (1900).

SrO nicht bestimmt; $Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O$ nahezu 1:4:5; $Al_2O_3 : (\overset{II}{R}, K_2, Na_2)O$ = 4:5.

12. Chabasit, undurchsichtige Kristalle vom Basaltbruch am Yarraflusse in Richmond, Victoria; anal. E. F. Pittmann bei G. H. F. Ulrich, Contrib. to the mineralogy of Victoria, Melbourne 1870, 29. — Vgl. G. vom Rath, Pogg. Ann. **158**, 377 (1876).

13. Chabasit, Osterö, Faröer; anal. O. V. Ferré bei O. Widmann, Geol. För. Förh. **12**, 20 (1890). Ref. Z. Kryst. **20**, 374 (1892).

14. Phakolith, Böhmisch Leipa in Böhmen; anal. J. J. Berzelius, Jahresber. **22**, 206 (1842); Edinb. N. Phil. Journ. 1843, 23.

15. Chabasit von Osterö, Faröer; anal. A. Sternberg bei O. Widmann, Geol. För. Förh. **12**, 20 (1890). Ref. Z. Kryst. **20**, 374 (1892).

	16.	17.	18.	19.	20.
δ	—	—	—	2,135	2,203—2,244
Na_2O	5,717	—	5,48	4,52	3,35
K_2O	3,717	1,12	0,72	1,77	4,10
MgO	0,350	0,25	—	—	0,22
CaO	4,842	10,47	7,06	5,75	6,92
FeO	—	—	—	—	2,00
BaO	—	—	—	—	0,24
Al_2O_3	18,200	18,52	22,07	21,09	20,74
Fe_2O_3	1,141	0,13	—	—	—
SiO_2	45,896	45,97	46,05	46,08	46,15
H_2O	17,863	23,54	19,25	21,08	16,30
	97,726 [4])	100,00	100,63	100,29	100,02

16. „Herschelit" im Palagonittuff von Aci Castello, Italien; anal. W. Sartorius v. Waltershausen, Über die vulkanischen Gesteine in Sizilien und Island und ihre submarine Bildung. Göttingen 1853, 261.

17. Chabasit von Annerod, Hessen; anal. H. Engelhardt, Ann. d. Chem. **65**, 372 (1848); zit. nach C. F. Rammelsberg, Hdbch. d. Mineralch. 1875, 616.

---

[1]) Das Schwanken von δ wird auf die veränderliche Menge von BaO zurückgeführt.

[2]) Davon 3,55 % im Exsiccator und 18,94 % durch Glühen.

[3]) Davon 3,46 % im Exsiccator und 18,98 % beim Glühen.

[4]) In der Bestimmung der Tonerde vermutlich ein Fehler. Phosphorsäure qualitativ nachgewiesen.

18. Chabasit, tafelförmige, durchsichtige Kristalle von Richmond, Victoria, Australien; anal. E. F. Pittmann bei G. H. F. Ulrich, Contrib. to the Mineralogy of Victoria. Melbourne 1870, 29. — Vgl. bei G. vom Rath, Pogg. Ann. d. Phys. u. Ch. **158**, 399 (1876).

19. Chabasit von Richmond, Victoria, Australien; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. d. Phys. u. Ch. **158**, 397 (1876); Monatsber. d. Berl. Akad. 1875, 523.

20. Chabasit von der Buck-Creek-Korund Mine in Clay Co.; anal. C. H. Baskerville bei J. H. Pratt, Journ. Elisha Mitchell Sc. Soc. **14**, 61—83 (1897). Ref. Z. Kryst. **32**, 604 (1900).

SrO nicht bestimmt.

	21.	22.	23.	24.	25.
δ	2,092	—	—	—	2,133
Na_2O	2,24	5,96	—	0,95	—
K_2O	0,77	0,09	2,27	1,29	0,21
CaO	8,76	7,02	7,78	10,40	10,83
Al_2O_3	19,15	23,04	21,96	21,87	20,52
SiO_2	46,20	46,26	46,30	46,33	46,35
H_2O	21,86[1]	18,52	21,37	19,16	22,09
	98,98	100,89	99,68	100,00	100,00

21. Chabasit von Osterö, Faröer; anal. P. J. Holmquist bei O. Widmann, Geol. För. Förh. **12**, 20 (1890). Ref. Z. Kryst. **20**, 374 (1892).

Aus dem Mittel der Analysen Nr. 13, 15 und 21 folgt das Molekularverhältnis

$$SiO_2 : Al_2O_3 : RO : H_2O : H_2O = 3{,}94 : 1 : 1{,}05 : 1{,}04 : 5{,}33,$$

entsprechend der Formel: $Ca(Na_2, K_2)SiO_3 + Al_2(SiO_3)_3 + 6\,H_2O$.

22. Chabasit von Richmond, Victoria, Australien; anal. E. F. Pittmann bei G. H. F. Ulrich, Contrib. to the Min. of Victoria 1870, 29.

23. Chabasit aus den Drusenräumen des Augit-Hypersthenandesites von Montresta, Sardinien; anal. L. Pelacani, R. Acc. d. Linc. [5] **17**, 66—70 (1908). Ref. Z. Kryst. **49**, 69 (1911).

24. Phakolith von Böhmisch Leipa, Böhmen; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. d. Phys. u. Chem. **62**, 145 (1844); Handb. d. Mineralch. 1875, 617.

25. Chabasit östlich von Nidda am Wege nach Michelnau im Basaltmandelstein; anal. Burkhardt und Hammerschlag bei A. Streng, Ber. d. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilk. **16**, 79 (1877).

Mittel aus sechs Analysen berechnet auf 100,00%.

	26.	27.	28.	29.	30.
δ	—	2,15	2,116	—	—
Na_2O	8,95	0,96	0,70	0,65	4,818
K_2O	3,87	Spuren	0,40	0,33	2,035
MgO	—	—	—	—	0,496
CaO	1,03	9,72	10,29	10,63	4,661
Al_2O_3	20,24	20,27	19,29	19,71	20,207
Fe_2O_3	—	—	0,14	0,15	1,141
SiO_2	46,46	46,69	46,82	47,00	47,029
H_2O	19,45	22,80	22,36	22,29	17,863
	100,00	100,44	100,00	100,76	98,250

26. „Herschelit" von Aci Castello, Italien; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 547 (1876); **37**, 978 (1885).

[1]) Davon im Exsiccator 3,91%, beim Glühen 17,95%.

27. Chabasit in kleinen Kristallen, von Sciket, Colonia Erythrea; anal. E. Manasse, Proc. verb. d. Soc. Tosc. di Sc. Nat. **15**, 10 (1905). Ref. Z. Kryst. **44**, 660 (1908).

28. Phakolith von Annerod, am Wege nach Rödchen im zersetzten Basaltmandelstein; anal. Burkhardt und Hammerschlag bei A. Streng, Ber. d. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilk. **16**, 84 (1877).

29. Chabasit von Annerode bei Gießen; anal. F. A. Genth, Erdm. Journ. **45**, 457; zit. nach A. Kenngott, Übers. d. Resultate d. min. Forschungen i. d. J. 1844 bis 1849. Wien 1852, 113.

30. „Herschelit" im Palagonittuff von Aci Castello, Italien; anal. W. Sartorius v. Waltershausen, Über die vulkanischen Gesteine in Sizilien und Island etc. Göttingen 1853, 261.

Im Analysenmaterial wurde qualitativ Phosphorsäure nachgewiesen.

	31.	32.	33.	34. a.	34. b.	35.
Na_2O	6,69	0,51	1,38	4,52	4,66	0,15
K_2O		0,37	1,63			1,43
MgO	—	—	0,60	—	—	—
CaO	5,34	9,74	9,98	7,78	6,15	10,24
SrO	—	0,43	—	—	—	—
Al_2O_3	21,42	19,67	18,90	22,67	24,92	19,51
SiO_2	47,15	47,18	47,22	47,27	n. b.	47,35
H_2O	19,40	22,15	20,97[1])	?	?	22,12
	100,00	100,05	100,68			100,80

31. „Herschelit" von Aci Castello, Italien; anal. A. v. Lasaulx, Z. Kryst. **5**, 341 (1881).

32. Chabasit aus dem Basalt von Table Mountain, Golden, Colorado, N. Am.; anal. W. F. Hillebrand bei W. Cross und W. F. Hillebrand, Bull. geol. Surv. U.S. **20**, 24 (1885); ferner ebenda **419**, 283 (1910).

$RO : Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O = 1 : 3,04 : 8,27 : 6,47.$

33. Chabasit von Rübendörfel bei Außig in Böhmen; anal. R. Gans, J. preuß. geol. L.A. **26**, 185 (1905).

34. Phakolith, wasserhelle Kristalle im zersetzten Basalt vom Stempel bei Marburg; anal. A. v. Koenen, Sitzber. d. Ges. z. Bef. d. ges. Nat. in Marburg, 1877. Ref. Z. Kryst. **3**, 97 (1879).

35. Chabasit von Rübendörfel bei Außig; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. gel. Ges. **37**, 973 (1885).

	36.	37.	38.	39.	40.
δ	2,0580	—	2,06	—	—
Na_2O	1,99	1,11	8,33	0,44	9,35
K_2O	—	0,93	4,39	2,17	4,17
MgO	—	—	—	0,29	—
CaO	8,09	9,52	0,38	8,34	0,25
SrO	—	—	—	0,96	—
Al_2O_3	20,13	19,16	20,90	18,66	20,18
Fe_2O_3	—	—	—	0,20	—
SiO_2	44,36	47,37	47,39	47,39	47,46
H_2O	22,54	21,84[2])	17,84	21,85	17,65
	100,11	99,93	99,23	100,30	99,06

[1]) Davon 5,47% bei 105° und 15,50% als Glühverlust.
[2]) Hierin 3,43% −100° und 18,41% +100°.

36. Chabasit, farblose halbdurchsichtige Kristalle von Osterö, Faroër; anal. C. Hersch, Inaug.-Diss. Zürich 14, 35 (1887).

Mittel aus zwei Analysen.

37. Chabasit von Phakolithabitus, Ben Lomond, N.S.W.; anal. C. Anderson, Records of the Australian Museum **6**, 404—422 (1907). Ref. Z. Kryst. **46**, 636 (1909).

Mittel aus vier Analysen.

38. „Herschelit" im Palagonittuff von Aci Castello; anal. A. Damour, Ann. phys. chem. **14**, 99 (1845).

39. Chabasit, schwachgelbe, teilweise farblose Kristalle vom Gellivareerzberg; anal. A. Bygdén, Bull. of the geol. Inst. Upsala **6**, 92 (1905). Ref. Z. Kryst. **41**, 430 (1906).

Aus der Analyse folgt die Formel:

$$(Na_2, K_2, Mg, Sr, Ca)O . (Al, Fe)_2O_3 . 4SiO_2 + 6H_2O.$$

40. „Herschelit" im Palagonittuff von Aci Castello; anal. A. Damour, Ann. chim. phys. **14**, 99 (1845).

	41.	42.	43.	44.	45.
δ	—	—	—	2,100	—
Na_2O . . .	0,23	0,39	0,13	0,39	2,34
K_2O . . .	1,24	1,18	1,87	1,18	1,65
MgO . . .	—	—	—	0,43	—
CaO . . .	10,20	10,45	10,77	10,85	5,74
Al_2O_3 . . .	20,00	18,86	19,11	19,31	20,85
SiO_2 . . .	47,50	47,52	47,56	47,70	47,75
H_2O . . .	21,40	21,64	21,61	20,67	21,30
	100,57	100,04	101,05	100,53	99,63

41. Chabasit vom Rübendörfel bei Außig, Böhmen; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 556 (1876).

42. Chabasit von Außig, Böhmen; „Analysen von verschiedenen Bezugsquellen"; anal. C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralch. 1886, 56—61.

43. Chabasit von ebenda; anal. wie oben.

44. Chabasit („Herschelit") im Basalt von Elsmore bei Invernell, Gough County, New South Wales; anal. Helms bei A. Liversidge, The Minerals of New South Wales (Sidney 1882). Ref. Z. Kryst. **8**, 90 (1884).

In der Literatur auch als Gmelinit bezeichnet. Mittel aus 2 Analysen.

45. Chabasit von den Faröern; anal. A. Durocher, Ann. d. mines **19**, 585 (1841).

	46.	47.	48.	49.	50.
δ	—	—	2,10	2,15	—
Na_2O . . .	0,52	0,25	Spuren	—	—
K_2O . . .	0,35	2,56	2,96	—	1,170
MgO . . .	—	—	—	13,00	0,256
SrO . . .	9,94 (SrO + CaO)	—	—	—	—
CaO . . .		9,64	6,27	6,00	11,005
Al_2O_3 . . .	19,30	18,14	22,51	22,00	19,469
Fe_2O_3 . . .	0,12 [1])	—	—	2,75	0,140
SiO_2 . . .	47,86	47,91	47,96	48,00	48,312
H_2O . . .	22,07	21,50	19,68	7,70	19,648
	100,16	100,00	99,38	99,45	100,00

[1]) Stammt vom begleitenden Limonit.

46. Chabasit aus dem Basalt von Table Mountain, Golden, Colorado, N. Am.; anal. W. F. Hillebrand bei W. Cross u. W. F. Hillebrand, Bull. geol. Surv. U.S. **20**, 24 (1885) und **419**, 283 (1910).

$$RO : Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O = 1 : 3{,}05 : 8{,}57 : 6{,}59.$$

47. Chabasit von Außig, Böhmen; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **49**, 211 (1840).

48. Chabasit, große wasserhelle Kristalle im verwitterten Tuff von Montresta, Sardinien; anal. E. Rimatori. R. Acc. d. Linc., Rom **9**, II, 146—150 (1900). Ref. Z. Kryst. **34**, 286 (1901).

Formel: $3{,}6SiO_2 . Al_2O_3 . {}^3/_5(Ca, K_2)O . 5H_2O$.

49. Chabasit „Doranit" im Basalt westlich von Carrickfergus in Antrim, Irland; anal. T. Thomson, Outlines of mineralogy, geology and mineral analysis **1**, 334 (London 1836).

50. Chabasit von Annerod bei Gießen; anal. H. Engelhardt, Ann. d. Chem. u. Pharm. **66**, 274 (1848); zit. nach G. A. Kenngott, Übers. d. mineralog. Forschungen in d. Jahren 1844—1849 (Wien 1852), 115.

Das Analysenmaterial war bei 100° getrocknet.

	51.	52.	53.	54.	55.
δ	—	2,18	—	—	2,09
Na_2O . . .	—	1,05	0,19	0,26	—
K_2O	1,92	Spuren	1,69	2,56	2,79
MgO . . .	—	0,20	—	—	3,14
CaO . . .	10,24	8,77	9,26	9,73	3,57
Al_2O_3 . . .	18,81	19,47	18,63	18,62	20,49
SiO_2 . . .	48,32	48,35	48,35	48,36	48,39
H_2O	21,48	22,13	21,88	20,47	21,62
	100,77	99,97	100,00	100,00	100,00

51. Chabasit, Rübendörfel, Außig, Böhmen; anal. C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralch. 1886, 61.

52. Chabasit in einem zersetzten Basalt von Osmara, Colonia Erythrea; anal. E. Manasse, Proc. verb. d. Soc. Tosc. d. Sc. Nat. Pisa **15**, 10 (1906). Ref. Z. Kryst. **44**, 659 (1908).

Die Analyse entspricht der Verbindung: $CaAl_2Si_4O_{12} . 6H_2O$.

53. „Phakolith" von Salesel, Böhmen; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 977 (1885).

54. Chabasit Außig; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **49**, 211 (1840).

55. Chabasit „Adipit" als gelatinöse Masse, ausfüllend die Hohlräume zwischen Kalkspatkristallen in der Molasse von Crêt-Meilloret bei Lausanne, Schweiz; anal. G. Bischoff bei E. Renevier, Bull. Soc. Vaud. **16**, 15 (1876); zit. nach E. S. Dana, Descriptive Mineralogy 591.

	56.	57.	58.	59.	60.
δ	—	2,053	—	—	2,15
Na_2O . . .	1,47	1,41	0,11	0,40	4,64
K_2O	8,13	0,69	3,46	0,29	1,56
MgO . . .	—	0,05	—	—	—
CaO	1,88	8,78	7,55	8,00	5,47
Al_2O_3 . . .	19,13	18,49	16,44	16,15	18,32
Fe_2O_3 . . .	—	—	2,93	3,76	2,18
SiO_2 . . .	48,40	48,49	48,54	48,61	48,66
H_2O	21,01	22,01	21,05	22,58	19,17
	100,02	99,92	100,08	99,79	100,00

56. Chabasit vom Vogelsgebirge; anal. G. Suckow, Verwitterung im Mineralreiche (Leipzig 1848), 149; zit. nach J. Roth, Chem. Geol. **1**, 441. Lpzg.
57. Chabasit von Berks County im Eisenbahneinschnitt östl. von Reading, Pennsylvanien; anal. F. E. Smith, Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia **62**, 538 (1910). Ref. Z. Kryst. **52**, 80 (1913).
58. Chabasit von Striegau, Schlesien; anal. E. Rimatori, R. Acc. d. Linc. **9**, II, 146 (1900). Ref. Z. Kryst. **34**, 286 (1901).

Formel: $4{,}5\,SiO_2(Al_2O_3\,.\,\frac{1}{10}\,Fe_2O_3)(\frac{3}{4}\,CaO\,.\,\frac{1}{6}\,(Na_2O, K_2O), 6{,}5\,H_2O.$

59. Chabasit von Lenni, Delaware Co., Pennsylvanien; anal. J. Eyerman, Über die Mineralien Pennsylvaniens **2** (1911). Ref. Z. Kryst. **54**, 99 (1915).
60. Chabasit, kleine gelbe Kristalle im pegmatitischen Granit der Insel Maddalena an der Nordküste von Sardinien; anal. E. Rimatori, R. Acc. d. Linc. **9**, II, 146 (1900). Ref. Z. Kryst. **34**, 286 (1901).

Aus der Analyse folgt die Formel:

$$4{,}2\,SiO_2(Al_2O_3, \tfrac{3}{4}\,Fe_2O_3)\,\tfrac{1}{2}\,CaO\,.\,\tfrac{1}{2}(Na_2O\,\tfrac{1}{5}\,K_2O)\,.\,5{,}5\,H_2O.$$

	61.	62.	63.	64.	65.
Na_2O . . .	—	0,55	2,06	6,07	0,61
K_2O	1,55	2,97	0,92	—	1,34
MgO . . .	—	0,55	—	—	—
CaO	10,47	6,58	6,64	4,07	9,15
Al_2O_3 . . .	17,44	17,31	18,19	19,77	18,29
Fe_2O_3 . . .	—	2,49	1,22	0,40	—
SiO_2 . . .	48,76	48,90	48,93	48,99	49,00
H_2O . . .	21,72	20,29	22,04	20,70	21,93
	99,94	99,64	100,00	100,00	100,32

61. Chabasit von Kilmacolm in Irland; anal. T. Thomson, Outlines of Mineralogy, geology and mineral analysis **1**, 334 (London 1836).
62. Chabasit, gefärbte Kristalle in Drusenräumen des Granits von Striegau, Schlesien; anal. C. Bärwald bei H. Traube, Minerale Schlesiens (Breslau 1855), 55.
63. Chabasit, kleine farblose Kristalle in Drusenräumen des Basaltmandelsteins vom Fuße der Platte bei Annerod, Hessen; anal. Burkhardt u. Hammerschlag bei A. Streng, **16**, 1877, 84.

Mittel aus drei Analysen berechnet auf 100.

64. Chabasit von Portrush, Irland; anal. T. Thomson, Outlines of mineralogy etc. **1**, 334 (London 1836).
65. Chabasit von Oberstein, Rheinprovinz; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 975 (1885).

	66.	67.	68.	69.	70.
Na_2O . . .	0,43	0,38	—	1,44	—
K_2O	1,18	1,42	1,92	2,83	3,00
MgO . . .	—	—	—	0,56	0,86
CaO . . .	9,61	10,14	9,64	6,73	5,16
MnO . . .	—	—	—	—	Spur
BaO	—	—	—	—	1,47
Al_2O_3 . . .	19,11	18,18	17,91	17,58	18,07
Fe_2O_3 . . .	—	—	—	1,99	0,84
SiO_2 . . .	49,05	49,17	49,20	49,22	49,24
H_2O . . .	21,40	21,27	20,41	17,83	21,31
	100,78	100,56	99,08	100,96 [1]	99,95

[1] Einschließlich 2,78 Quarz.

66. Chabasit, Außig, Böhmen; anal. C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralch. Suppl. 1, 57 (Leipzig 1886).
67. Chabasit, ebenda; anal. wie oben.
68. Chabasit, Kilmacolm, Irland; anal. T. Thomson, Outlines of mineralogy etc. 1, 334 (London 1836).
69. Chabasit, dunkelgelb bis röthlichbraune Massen unregelmäßig in Quarz verteilt oder in ein chloritisches Mineral bzw. in Mangancarbonat eingelagert, von Branchville, Fairfield, Conn.; anal. S. Penfield bei G. J. Brush u. E. S. Dana, Am. Journ. 18 (1879) und Z. Kryst. 4, 74 (1880).
70. Chabasit „Haydenit", Maryland; anal. H. N. Morse u. W. S. Bayley, Am. Journ. Chem. Soc. 6, 24 (1884). Ref. Z. Kryst. 10, 318—319 (1885).

	71.	72.	73.	74.	75.
δ	2,0806	2,119	2,125	—	—
Na_2O	0,72	Spuren	—	Spuren	0,45
K_2O	—	Spuren	2,50	Spuren	1,18
CaO	9,36	7,50	2,70	9,0	9,46
FeO	—	—	—	Spuren	—
BaO, SrO	Spuren	—	—	—	—
Al_2O_3	18,52	20,35	23,50[1]	20,1	18,11
SiO_2	49,28	49,49	49,50	49,5	49,61
H_2O	22,02	20,62	21,00	21,2	21,19
	99,90	97,96	99,20	99,8	100,00

71. Chabasit, farblose, durchsichtige Kristalle, Oberstein, Rheinprovinz; anal. C. Hersch, Inaug.-Diss. (Zürich 1887), 15.
72. Chabasit, kleine Kristalle, trüb, manchmal durch Fe_2O_3 gelb im zersetzten Granit im westlichen Teile der Insel Elba; anal. F. Sansoni; Atti Soc. Tosc. 4, 2 (1879). Ref. Z. Kryst. 5, 603—604 (1881).
73. Chabasit „Haydenit", Maryland; anal. E. Delesse, Ann. des mines 9, 309 (1846); Bg.- u. hütt. Z. 1846, Erg.-H. 91.
74. Chabasit, ockergelbe Kristalle aus einem Steinbruche zwischen Marschendorf und Stettenhof aus einer Kluft im Amphibolgneis; anal. A. Schierl bei V. Neuwirth, Ztschr. d. mähr. Landesmuseumvereins 5, 152—162 (1905).
75. Chabasit vom Rübendörfel bei Außig, Böhmen; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 22, 354 (1870).

	76.	77.	78.	79.	80.
δ	—	—	—	2,09	2,056
Na_2O	—	3,41	1,22	0,30	1,96 (Na₂O + K₂O)
K_2O	2,09	0,84	0,10	2,27	
MgO	—	—	Spuren	0,46	—
CaO	10,27	7,06	7,66	7,74	7,80
SrO	—	—	—	0,61[2]	—
Al_2O_3	17,17	18,21	18,42	17,21	18,53
Fe_2O_3	—	0,69	Spuren	0,49	—
SiO_2	49,64	49,69	49,81	49,87	49,96
H_2O	22,10	20,19[3]	22,32	21,15	20,77
	101,27	100,09	99,53	100,10	99,02

[1]) Einschließlich FeO.
[2]) Mit CaO verunreinigt; die Analyse entspricht der Formel:

$$2(Na_2, K_2, Mg, Sr, Ca)O . 2(Al, Fe)_2O_3 . 9SiO_2 + 13H_2O.$$

[3]) Davon 3,50% bei 115° und 16,69% über 115°.

76. Chabasit, Rübendörfel, Außig, Böhmen; anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **21**, 89 (1869).

Mittel aus zwei Analysen.

77. Chabasit aus Clarks Steinbruch, Frankford, Pennsylvanien; anal. J. Eyerman, Über die Minerale Pensylvaniens **2** (1911). Ref. Z. Kryst. **54**, 99 (1915).

78. Chabasit vom Steinbruche „Sátoros“ bei Somósujfalu, Kom. Nograd, Ungarn; anal. A. Vendl, Földtanyi Közlönyi **41**, 70—71 und 195—196 (1911). Ref. Z. Kryst. **54**, 181 (1915).

79. Chabasit, stark gelb gefärbte Kristalle vom Gellivareerzberg; anal. A. Bygdén, Bull. of the geol. Inst. Upsala **6**, 92 (1905). Ref. Z. Kryst. **41**, 430 (1906).

80. Chabasit, wasserhelle Kristalle auf ziemlich frischem Trachyt vom Csódi-Berg, Ungarn; anal. A. Koch, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 304 (1876).

	81.	82.	83.	84.	85.
δ	—	—	—	—	2,09
Na_2O	0,30	2,12	n. b.	2,43	0,79
K_2O	1,06	0,62		2,40	1,15
MgO	—	Spur	—	0,22	—
CaO	8,69	7,13	8,50	6,96	8,77
BaO	1,89	0,48	—	—	—
SrO	—	0,32	—	—	Spuren
Al_2O_3	16,45	17,45	20,10	17,83	17,14
Fe_2O_3	—	—	—	Spuren	0,42
SiO_2	50,10	50,19	50,20	50,28	50,62
H_2O	21,07	22,09	18,70	20,21	20,74
	99,56	100,40	97,50	100,33	99,63

81. Chabasit, Oberstein, Rheinprovinz; anal. C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralch. Suppl. **1**, 57 (1886).

82. Chabasit, Kristalle, Oberstein, Rheinprovinz; anal. G. Schröder, N. JB. Min. etc. 1860, 795.

83. Chabasit, honiggelbe bis gelblichweiße Krystalle im Granit des Ockertales, Harz; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **122**, 404 (1864).

84. Chabasit, farblose Kristalle, Fritz Island, Pa; anal. S. P. Sadtler, Am. Journ. Chem. Soc. **4**, 356 (1882). Ref. Z. Kryst. **11**, 109 (1886).

85. Chabasit, rötlichgelbe Kristalle im Amphibolgranitit an der Strut, 2½ km NO. von Suhl, Thüringen; anal. J. Fromme, Z. Kryst. **25**, 617 (1896); Sitzber. d. phys. med. Soc. Erlangen **25**, 27 (1893).

	86.	87.	87a.	88.	89.	90.
Na_2O	1,48	0,71	—	2,27	1,28	0,74
K_2O	2,91			1,38	0,73	0,86
MgO	—	—	—	—	0,04	—
CaO	6,92	10,05	10,22	6,65	7,84	9,44
Al_2O_3	18,08	18,42	18,61	16,06	17,18	16,75
Fe_2O_3	2,61	0,35	—	1,43	0,40	—
SiO_2	50,63	50,69	50,60	50,75	50,78	51,11
H_2O	18,34	20,57	20,57	21,46	21,85	22,23
	100,97	100,79	100,00	100,00	100,10	101,13

86. Chabasit, gelbbraune Kristalle von Fairfeld Co., N. Y.; anal. S. L. Penfield, Am. Journ. [3] **18**, 49 (1879).

87. Chabasit, gelbliche Kristalle im Syenit von Biella, Piemont; anal. F. Zambonini; Z. Kryst. **40**, 206—269 (1905).

87a. Derselbe, berechnet aus der Formel: $69SiO_2 . 15Al_2O_3 . 15CaO . 94H_2O$; anal. wie oben.

88. Chabasit, kleine hellgraue Kristalle, am Wege von Altenbusseck nach Daubingen, Rhein-Hessen, im zersetzten Basaltmandelstein; anal. Burkhardt u. Hammerschlag bei A. Streng, Ber. d. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilk. **16**, 80 (1877).

Mittel aus vier Analysen berechnet auf 100.

89. Chabasit, fleischrote Kristalle von Wassons Bluff, Neu-Schottland; anal. G. Steiger; Am. Journ. **13**, 27—38 (1902); Z. anorg. Chem. **29**, 338—352; Bull. geol. Surv. U.S. **207**, 32 (1902); **419**, 283 (1910).

90. Chabasit, farblose Kristalle, aufgewachsen auf einem zersetzten Augitporphyr, Osterö, Faröer; anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **21**, 89 (1869); Handb. d. Mineralchem. 1875, 615.

	91.	92.	93.	94.	95.
δ	—	—	—	2,02	—
Na_2O	4,07	0,71	2,12 (Na₂O + K₂O)	—	0,71
K_2O	3,03	0,98		—	0,98
CaO	4,24	7,84	6,58	11,60	7,92
Al_2O_3	17,88	19,14	18,27	12,40	16,74
Fe_2O_3	—	—	—	2,40	—
SiO_2	52,02	52,14	52,20	52,40	54,13[1]
H_2O	18,30	19,19	20,52	21,60	20,24
	99,54	100,00	99,69	100,40	100,72

91. Chabasit „Acadialith“, rot, Nova Scotia, Canada; anal. J. L. Hayes, Am. Journ. **1**, 122 (1846); zit. nach E. S. Dana, Descriptive Mineralogy 1892. 591,

92. Chabasit „Acadialith“, Nova Scotia, Canada; anal. C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralchem. Suppl. 1845, 34.

Die Analyse ist auf 100,00% berechnet, nach Abzug von 8,04% unlöslicher Kieselsäure. Vgl. auch N. JB. Min. etc. 1850, 60.

93. Chabasit „Acadialith“, Nova Scotia, Canada; anal. J. L. Hayes, Am. Journ. **1**, 122 (1846).

94. Chabasit „Acadialith“, Nova Scotia, Canada; anal. J. Thomson, Phil. Mag. **22**, 192 (1843).

95. Chabasit „Acadialith“, rot, Nova Scotia, Canada; anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges **21**, 88 (1869).

Neueste Analysen.[2]

Während des Druckes erschienen folgende Analysen, welche nicht mehr in die früheren eingereiht werden konnten:

	96.	97.	98.	99.
δ	2,091	—	2,093	2,121
Na_2O	1,30	0,78	0,14	0,24
K_2O	0,28	0,78	3,15	0,62
MgO	0,05	0,05	—	0,53
CaO	8,23	8,65	9,54	9,85
Al_2O_3	17,71	17,71	19,84	20,33
Fe_2O_3	0,09	0,22	—	—
SiO_2	50,62	50,45	46,78	48,16
H_2O	21,82	21,98	20,95	20,56
	100,10	100,62	100,40	100,29

[1] Eine zweite Kieselsäurebestimmung ergab den Wert 54,51%. Das analysierte Mineral war vermutlich verunreinigt.

[2]) Nachtrag von C. Doelter.

96. Rote Kristalle von Wassons Bluff (N. Scotia); anal. E. Zdarek bei G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 546 (1917).
97. Von ebenda; anal. wie oben.
98. Von den Faröer; anal. R. Bernert bei G. Tschermak, wie oben.
99. Von Rübendörfel bei Aussig (Böhmen); anal. A. Paltauf bei G. Tschermak, wie oben.

Chemische Formel und Konstitution.

Die Unsicherheit in der Darstellung der chemischen Formel des Chabasits hat ihren Grund nicht nur in der bis jetzt unentschiedenen Frage nach der Natur des Wassergehalts, sondern auch in der Variabilität des Verhältnisses der einzelnen Elemente.

Zunächst hat C. F. Rammelsberg[1]) unter Zugrundelegung der aus seinen Analysen folgenden Atomverhältnissen den Chabasit als ein normales und zweifachsaures Silicat darzustellen versucht. Die erst abgeleitete Formel hatte die Gestalt:

$$K_2Ca_8Al_{16}Si_{40}O_{113} + 55H_2O,$$

entsprechend

$$\left\{\begin{matrix} 26\,RSiO_3 \\ 7\,RSi_2O_5 \end{matrix}\right\} + 55H_2O.$$

Diese Formel erleidet eine Modifikation, da ein Teil des Wassers (C. F. Rammelsberg fußt hier auf den Versuchen von A. Damour) als Kristallwasser zu betrachten ist. Er nimmt als solches das Wasser an, welches bei 300° entweicht (es sind 19%, 17,1 bis 19,5%), den Rest dagegen faßt er als chemisch gebunden auf. Dementsprechend ist der Chabasit ein normales Silicat von der Zusammensetzung:

$$(H_7K)Ca_4Al_8Si_{20}O_{60} + 24H_2O = R_2CaAl_2Si_5O_{15} + 6H_2O =$$

$$= \left\{\begin{matrix} \overset{I}{R}_2SiO_3 \\ CaSiO_3 \\ Al_2Si_3O_9 \end{matrix}\right\} + 6H_2O.$$

Eine einfachere und einleuchtendere Deutung erfuhr die chemische Zusammensetzung des Chabasits durch A. Streng.[2]) Er berechnete die Atomverhältnisse von 49 Analysen, in denen er den Chabasit mit dem Gmelinit, Phakolith und Levyn vereinigte. In den von ihm selbst untersuchten Chabasiten und Phakolithen der näheren Umgegend von Gießen ist das Atomverhältnis Al_2 : Si überaus schwankend und zwar beträgt es beim

Chabasit von Nidda . . .	1 : 3,85
Phakolith von Annerod . .	1 : 4,12
Chabasit von Annerod . .	1 : 4,4
Chabasit von Altenbusseck .	1 : 5,09

Die Grenzwerte für dieses Verhältnis sind in den berechneten Analysen 1 : 3,13 und 1 : 5,52.

Ebenso schwankend ist der Wassergehalt, indem das Atomverhältnis Al_2 : H zwischen den Werten 1 : 9,9 und 1 : 15,2 pendelt. Jedoch läßt sich

[1]) C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralchem. 1875, 616—617.
[2]) A. Streng, Ber. d. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilk. **16**, 74—123 (1877).

in dieser Hinsicht insofern eine Regelmäßigkeit feststellen, daß bei gleichem Aluminiumgehalt mit zunehmendem Si-Gehalt die Menge an H zunimmt.

Einen konstanten Wert behält das Verhältnis $Al_2:Ca, K_2, Na_2 = 1:1$, welches als das normale zu betrachten ist, da es sich nur in den Grenzen 1:1,1 und 1:0,9 bewegt. Von den 49 durch A. Streng berechneten Analysen stimmen mit diesem Verhältnis 38 überein.

Von diesen Erwägungen ausgehend, suchte A. Streng zu beweisen, daß die Chabasite eine isomorphe Mischungsreihe bilden, deren einzelne Glieder sich durch den Gehalt an H_2SiO_3 unterscheiden. Diese hypothetischen, in der Natur unbekannten Endglieder, die zur Mischung zusammentreten, haben nach ihm folgende Zusammensetzung:

$$\text{I. } \overset{II}{R}Al_2Si_2O_8 + 4H_2O = H_8\overset{II}{R}Al_2Si_2O_{12} \text{ oder } H_{16}\overset{II}{R}_2Al_4Si_4O_{24} = H_{16}\overset{II}{R}Al_4\overset{II}{R}Si_4O_{24}$$

und

$$\text{II. } \overset{II}{R}Al_2Si_6O_{16} + 8H_2O = H_{16}\overset{II}{R}Al_2Si_6O_{24} = H_{16}\overset{II}{R}Al_2Si_2Si_4O_{24},$$

während die Zusammensetzung der in der Natur vorkommenden Chabasite ungefähr durch die empirischen Formeln:

$$\overset{II}{R}Al_2Si_3O_{10} . 5H_2O$$
$$\overset{II}{R}Al_2Si_4O_{12} . 6H_2O$$
$$\overset{II}{R}Al_2Si_5O_{14} . 7H_2O$$

dargestellt wird.

Weder der Gehalt an Kalk noch der an Alkali ist vom Gehalte an Kieselsäure abhängig (zum Unterschiede von der Feldspatgruppe). Das Verhältnis $Al_2:KNa$ schwankt zwischen den Grenzwerten 1:0,02 bis 1:1,88. Mit zunehmenden Alkalien sinkt der Kalkgehalt.

Demnach zerfallen nach A. Strengs Untersuchungen die Chabasite in zwei große Gruppen, die wiederum in je zwei Untergruppen zerfallen. Es sind dies

I. Siliciumarme Chabasite		II. Siliciumreiche Chabasite
a) Alkaliarme	und	a) Alkaliarme
b) Alkalireiche		b) Alkalireiche

Die folgende Tabelle soll ein Bild davon geben, wie diese Einteilung gedacht war. In ihr sind nur die Chabasite und Phakolithe aufgenommen:

I. Siliciumarme Chabasite.

a) Alkaliarm (Al_2:K, Na = 1:0,02 bis 1:1,0)	auf Al_2 kommen:	b) Alkalireich (Al_2:K, Na = 1:1 bis 1:1,88)	auf Al_2 kommen:
Chabasit von Nidda . .	0,02 K, Na	Phakolith von Aci Castello .	1,02 K, Na
Chabasit von Außig . .	0,14	Phakolith von Aci reale . .	1,78
Phakolith von Leippa . .	0,44	Derselbe.	1,88
Phakolith von Richmond .	0,48		
Derselbe	0,52		
Chabasit von Faröer . .	0,54		
Derselbe	0,74		
Phakolith von Richmond .	0,86		
Derselbe	0,90		
Derselbe	0,90		
Derselbe	0,92		

II. Siliciumreiche Chabasite.

a) Alkaliarm (Al_2:K, Na = 1 : 0,1 bis 1 : 1,0) auf Al_2 entfallen:		b) Alkalireich (A_2:K, Na = 1 : 1 bis 1 : 1,80) auf Al_2 entfallen:	
Chabasit vom Fassatal . . .	0,12 K, Na	Chabasit von Port Rush . .	1,04 K, Na
Chabasit von Annerod . .	0,14	Chabasit von Neu-Schottland .	1,12
Phakolith von Annerod . .	0,14	Chabasit von Außig	1,54
Derselbe	0,18		
Chabasit von Kilmacolm . .	0,20		
Derselbe	0,22		
Chabasit von Gustafsberg .	0,22		
Chabasit von Neu-Schottland	0,24		
Chabasit von Außig . . .	0,26		
Chabasit von Faröer . . .	0,28		
Chabasit von Österoe . . .	0,28		
Chabasit von Neu-Schottland	0,28		
Chabasit vom Csodiberge .	0,30		
Chabasit von Außig . . .	0,30		
Chabasit von Annerod . .	0,40		
Chabasit von Oberstein . .	0,44		
Chabasit von Altenbuseck .	0,56		

Gegen diese Einteilung ließe sich nicht mit Unrecht einwenden, daß in den einzelnen Gruppen die verschiedenen Chabasitglieder zusammengewürfelt erscheinen. A. Streng sah aber in der Undeutlichkeit und der Unmöglichkeit einer scharfen Abgrenzung der einzelnen Gruppen eine wesentliche Stütze für seine Annahme, daß Chabasit mit dem Gmelinit, Levyn, Phakolith zu vereinigen sind.

Die Anschauungen von A. Streng brachten den Chabasit in eine gewisse Beziehung zu dem Phillipsit und Desmin, ein Gedanke, dessen weitere Verfolgung und Entwicklung wir F. W. Fresenius zu verdanken haben und den später auch J. Lemberg mit Klarheit ausgesprochen hat.

W. F. Fresenius[1]) nahm an, daß in den Chabasiten eine Mischungsreihe vorliegt, die aus den Feldspatsubstanzen mit 8 Mol. H_2O besteht. Er schreibt die auf lufttrockene Substanz bezogene Formel folgendermaßen:

$$x(\overset{II}{R}Al_2Si_2Si_4O_{16} + 8H_2O) + y(\overset{II}{R}Al_2\overset{II}{R}Al_2Si_4O_{16} + 8H_2O),$$

welche denen des Phillipsits und Desmins analog ist. Die beiden genannten Zeolithgruppen unterscheiden sich nur durch den Wassergehalt voneinander, während die wasserfreien Silicatsubstanzen bei beiden dieselben sind. Die Deutung von W. F. Fresenius findet eine Stütze in dem paragenetischen Vorkommen von Chabasit mit dem Phillipsit. Aus den Analysen des Chabasits und Phillipsits, die von den gleichen Fundorten stammen, folgt, daß mit kieselsäureärmeren Phillipsiten auch kieselsäurearme Chabasite auftreten. Folgende Tabelle erläutert das Gesagte.

Chabasit.

Fundort	Analytiker	$\overset{III}{R}_2$: Si	$\overset{II}{R}$: $\overset{I}{R}_2$
Victoria	E. F. Pittmann	1 : 3,48	1 : 1,28
		1 : 3,56	1 : 1,32
		1 : 3,64	1 : 1,29

[1]) W. F. Fresenius, Z. Kryst. 3, 42—72 (1878).

Chabasit.

Fundort	Analytiker	$\overset{III}{R}_2 : Si$	$\overset{II}{R} : \overset{I}{R}_2$
Nidda	Burkhardt u. Hammerschlag . .	1 : 3,85	1 : 0,002
Aci Castello	Sartorius von Waltershausen .	1 : 3,97	1 : 2,02
Annerod	Burkhardt u. Hammerschlag . .	1 : 4,4	1 : 0,63

Phillipsit.

Fundort	Analytiker	$\overset{III}{R}_2 : Si$	$\overset{II}{R} : \overset{I}{R}_2$
Victoria	E. F. Pittmann	1 : 3,39	1 : 1,88
Nidda	W. F. Fresenius	1 : 3,84	1 : 0,80
Aci Castello	W. F. Fresenius	1 : 3,75	1 : 1,63
" "	Sartorius von Waltershausen .	1 : 3,86	1 : 2,54
Annerod	W. F. Fresenius . . . . . . { I.	1 : 4,62	1 : 0,62
	II.	1 : 4,65	1 : 0,39

P. Groth[1]) schließt sich den Anschauungen A. Strengs beziehungsweise W. F. Fresenius' an. Er schreibt die Formeln der beiden Endglieder:

$$\begin{cases} Si_6O_{16}Al_2(Ca).8H_2O \\ Si_4Al_2O_{16}Al_2(Ca)_2.8H_2O \end{cases}$$

in denen das eingeklammerte (Ca) darauf hinweisen soll, daß auch K_2 und Na_2 in das Molekül eintreten können.

Im Prinzip neigt auch J. Lemberg[2]) zur Annahme, daß die Chabasite isomorphe Mischungen von einzelnen Silicaten darstellen, deren Konstitution denen der Feldspate gleicht. Er vermutet,[2]) daß die Feldspate zu den verschiedenen Zeolithen in einem ähnlichen Verhältnisse stehen, wie die verschiedenen Metaphosphorsäuren zueinander. Für ihn ist die Tatsache, daß die Kalium- und Natriumderivate des Chabasits, Gmelinits, Seebachits, Herschelits und Phakoliths identisch zusammengesetzt sind, ein fernerer Hinweis darauf, daß diese einzelnen Mineralien in eine gemeinsame Gruppe zu vereinigen sind. Doch genügen hierfür keineswegs nur zwei Endglieder, ein basisches und ein saures, sondern er nimmt an, daß ihre Zusammensetzung auf drei basische und drei saure Endglieder zurückzuführen ist. Von diesen sechs Endgliedern müssen aber nicht alle gleichzeitig in einem Mineral vertreten sein. Die Formeln dieser Mischungsglieder sind folgende:

Die basischen

$$CaO.Al_2O_3.2SiO_2 + aH_2O,$$
$$Na_2O.Al_2O_3.2SiO_2 + bH_2O,$$
$$H_2O.Al_2O_3.2SiO_2 + cH_2O,$$

und die sauren

$$CaO.Al_2O_3.6SiO_2 + dH_2O,$$
$$Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2 + eH_2O,$$
$$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2 + fH_2O.$$

Ein von J. Lemberg untersuchtes Endglied hat wahrscheinlich die Formel:

$$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2 + 6H_2O.$$

Eine Schwierigkeit entsteht für diese Deutung darin, daß bei der Umwandlung

[1]) P. Groth, Tabellarische Übersicht der Mineralien, 1898, 166.
[2]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 980 (1885); **39**, 570 (1887).

eines Kaliumsilicats durch Ersatz des Kaliums durch Natrium, oder durch Einführung des Calciums an Stelle des Natriums, der Kristallwassergehalt sich ändert.

Die Ansichten von A. Streng u. a. erfuhren durch C. F. Rammelsberg[1]) eine widersprechende Kritik. Seiner Meinung nach ist eine per analogiam Anwendung des Tschermakschen Mischungsgesetzes der Feldspate auf die Chabasite untunlich, „eine durch nichts zu beweisende Hypothese". Der Chabasit ist im allgemeinen ein wasserhaltiges Tonerde-Kalkalkalisilicat, in dem das Verhältnis $Ca:Al_2$ und $2\overset{I}{R}:Al_2$ analog dem in den Feldspaten ist, hingegen das Verhältnis $Al_2:Si$ durch seine Schwankung gekennzeichnet ist. Das letztere schwankt nicht nur innerhalb der ganzen Reihe, sondern selbst innerhalb eines und desselben Vorkommens (vgl. folgende Tabelle die Analysen Nr. 14, 17, 19 und ferner 25, 26, 30, 31). Berücksichtigt man die Grenzwerte, in denen dieses Verhältnis vorkommt, so verlangen diese einen Wassergehalt von 5 bzw. 5,7 und 6,8 Mol. Infolgedessen nimmt C. F. Rammelsberg bei den Chabasiten drei Grundverbindungen an, zwischen den noch zwei intermediäre angenommen werden können. Es sind:

$$A: \overset{II}{R}Al_2Si_3O_{10} + 5H_2O$$

$$B: \overset{II}{R}Al_2Si_4O_{12} + 6H_2O$$

$$C: \overset{II}{R}Al_2Si_5O_{14} + 7H_2O$$

$$A + B: \overset{II}{R}_2Al_4Si_7O_{22} + 11H_2O$$

$$B + C: \overset{II}{R}_2Al_4Si_9O_{26} + 13H_2O\,.$$

Später (1895) erfuhren diese drei Grundverbindungen eine geringe Modifikation im Wassergehalte.

$$A \begin{Bmatrix} Na_2Al_2Si_3O_{10} + 4{,}5H_2O \\ n\,(CaAl_2Si_3O_{10} + 4{,}5H_2O) \end{Bmatrix} \quad \begin{matrix} Al_2:Si \\ 1:3 \end{matrix}$$

$$B \begin{Bmatrix} Na_2Al_2Si_4O_{12} + 6H_2O \\ n\,(CaAl_2Si_4O_{12} + 6H_2O) \end{Bmatrix} \quad 1:4$$

$$C \begin{Bmatrix} Na_2Al_2Si_5O_{14} + 7{,}5H_2O \\ n\,(CaAl_2Si_5O_{14} + 7{,}5H_2O) \end{Bmatrix} \quad 1:5$$

Die drei Grundsilicate sind Verbindungen vom Typus normaler und Halbsilicate, normaler Silicate sowie Verbindungen solcher mit zweifachsauren Silicaten. Jede Verbindung enthält ein Kalk-Tonerdesilicat und ein Kalium- (bzw. Natrium-) Tonerdesilicat von gleicher chemischer Zusammensetzung. Jedes dieser beiden Silicate kann auch in reinem Zustande vorkommen. Das reine Kalk-Tonerdesilicat sieht C. F. Rammelsberg im Chabasit von Nidda, dessen Analyse von A. Streng zur Formel $CaAl_2Si_4O_{12} + 6H_2O$ führt. Das reine Natronsilicat stellt der Herschelit von Aci reale dar, der von J. Lemberg untersucht wurde, und der der Formel $NaAl_2Si_4O_{12} + 6H_2O$ Genüge leistet. In den Chabasiten von Colorado (Anal. W. F. Hillebrand), Außig

[1]) C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralchem. Suppl. 1, 57—61 (1885) und Suppl. 2, 372—374 (1895).

(J. Lemberg), Annerod (Anal. F. A. Genth) ist das Verhältnis Na:Ca = 1:6. Sie entsprechen einer Mischung, deren Bestand durch die Formel:

$$Na_2Al_2Si_4O_{12} + 6H_2O$$
$$12(CaAl_2Si_4O_{12} + 6H_2O)$$

angedeutet sind. Die beiden Verbindungen sind mit je einem Mol. in dem Chabasit von Richmond (Anal. G. vom Rath), Aci Castello (Anal. A. v. Lasaulx) und von Cypern (Anal. A. Damour) vertreten. Auch intermediäre Mischungen sind in ziemlicher Menge vorhanden. Die Mischung A + B, in der das Verhältnis Na:Ca = 2:1 herrscht, ist im Chabasit von Victoria (Anal. E. F. Pittmann) vertreten. Die Analysen von Fairfield Co. N. Y. (Anal. S. L. Penfield), Oberstein (G. Schröder) und Kilmacolm entsprechen dem Verhältnis Na:Ca = 1:2. Einer Mischung der Grundglieder B + C entsprechen die Analysen der Chabasite von Annerod (Anal. A. Streng), von Außig (Anal. C. F. Rammelsberg) und von Oberstein (Anal. J. Lemberg, C. Hersch).

C. F. Rammelsberg berechnete die Atomverhältnisse einer ganzen Reihe von Analysen, die in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

Vorkommen:	$\overset{II}{R}:Al_2:Si:H_2O$	$\overset{I}{R}:Ca$	Analytiker:	Analyse:
Phakolith von Victoria . . .	1,0 : 1 : 3,5 : 6,0	1,0 : 1,3	Kerl,	Nr. 3
Dasselbe . . .	0,85 : 1 : 3,5 : 5,8	1,0 : 1,35	R. Lepsius,	„ 10
„ . . .	1,0 : 1 : 3,5 : 4,9	5,0 : 1,0	E. F. Pittmann,	Nr. 12, 18, 22
„ . . .	1,0 : 1 : 3,5 : 6,0	2,0 : 1,0	C. Hersch,	Nr. 4
„ . . .	1,0 : 1 : 3,5 : 5,7	2,6 : 1,0	J. Lemberg,	„ 8
„ . . .	0,95 : 1 : 3,7 : 5,6	1,8 : 1,0	G. vom Rath,	„ 19
Chabasit von Colorado . . .	1,0 : 1 : 3,6 : 4,6	1,0 : 4,0	W. F. Hillebrand,	„ 32
Phakolith von Leippa . . .	1,0 : 1 : 3,6 : 4,9	1,0 : 3,3	C. F. Rammelsberg,	„ 24
Phakolith von Aci Castello . . .	0,9 : 1 : 3,8 : 5,0	1,0 : 2,3	A. v. Lasaulx,	„ 31
Dasselbe . . .	0,9 : 1 : 3,9 : 4,9	67,0 : 1,0	A. Damour,	„ —
Chabasit von Nidda	0,9 : 1 : 3,8 : 6,0	1,0 : 48,0	A. Streng,	„ 25
Phakolith von Aci reale	1,0 : 1 : 4,0 ; 5,6	21,0 : 1,0	J. Lemberg,	„ 6
Chabasit von Colorado . . .	1,0 : 1 : 4,0 : 6,4	1,0 : 7,0	W. F. Hillebrand,	„ 46
Chabasit von Außig	1,0 : 1 : 4,0 : 6,1	1,0 : 5,7	J. Lemberg,	Nr. 35, 41
„ von Annerod	1,2 : 1 : 4,1 : 6,3	1,0 : 7,0	F. A. Genth,	Nr. 29
Dasselbe . . .	1,0 : 1 : 4,1 : 6,2	1,0 : 5,7	A. Streng,	„ 63
Chabasit von Außig	1,0 : 1 : 4,3 : 6,2	1,0 : 3,0	E. Hoffmann,	„ —
„ „ Fassa .	1,0 : 1 : 4,3 : 6,0	1,0 : 7,6	E. Hoffmann,	„ —
„ „ Außig	1,0 : 1 : 4,4 : 6,4	1,0 : 4,5	C. F. Rammelsberg,	„ 42
„ vom Csodiberg	0,9 : 1 : 4,4 : 6,2	1,0 : 3,3	A. Koch,	„ 80
Phakolith vom Csodiberg . .	1,0 : 1 : 4,5 : 6,5	1,0 : 6,0	A. Koch,	„ —

Vorkommen:	$\overset{II}{R}:Al_2:Si:H_2O$	$\overset{I}{R}:Ca$	Analytiker:	Analyse:
Phakolith von Annerod	1,0 : 1 : 4,5 : 6,5	1,0 : 6,0	A. Streng,	Nr. 28
Phakolith von Salesl	1,0 : 1 : 4,5 : 6,7	1,0 : 4,0	J. Lemberg,	„ 53
Chabasit von Berstein	1,0 : 1 : 4,5 : 6,8	1,0 : 6,5	J. Lemberg,	„ 65
Dasselbe	1,0 : 1 : 4,5 : 6,8	1,0 : 7,0	C. Hersch,	„ 71
Haydenit von Baltimore } Chabasit vom	0,9 : 1 : 4,6 : 6,5	1,0 : 2,0	H. N. Morse und W. S. Bayley	„ 70
Gustafsberg	1,0 : 1 : 4,8 : 6,1	1,0 : 4,6	J. J. Berzelius,	„ —
Chabasit von Fairfield	1,0 : 1 : 4,8 : 6,3	1,0 : 1,0	S. L. Penfield,	„ 69
Chabasit von Oberstein	1,0 : 1 : 4,9 : 7,1	1,0 : 1,7	G. Schröder,	„ 82
Dasselbe	1,1 : 1 : 4,9 : 7,3	1,0 : 5,0	C. F. Rammelsberg,	„ 81
Chabasit vom Kilmacolm	1,0 : 1 : 4,9 : 6,9	1,0 : 2,7	Connel,	„ —
Chabasit von Neu-Schottland	1,0 : 1 : 5,0 : 6,3	1,0 : 4,0	E. Hoffmann,	„ —
Chabasit von Osterö	1,2 : 1 : 5,2 : 7,6	1,0 : 4,0	C. F. Rammelsberg,	„ 90
Chabasit von Altenbuseck	1,0 : 1 : 5,4 : 7,2	1,0 : 1,3	A. Streng.	„ 83

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, ist in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die Verhältniszahl $RO:Al_2O_3 = 1$ zu setzen. Doch sind auch hierin Ausnahmen vorhanden. Schon F. Gonnard wies darauf hin, daß im Offretit, der später unten besprochen wird, dieses Verhältnis den exzessiven Wert 1:1,45 erreicht. Auch der Chabasit von Montresta in Sardinien, der von E. Rimatori untersucht wurde, läßt das Verhältnis $RO:Al_2O_3 = 1:1,53$ berechnen. Hingegen zeigen die Analysen von F. Zambonini[1]) des Phakolits von Vallerano $RO:Al_2O_3 = 1:0,82$ und dasjenige von Casal Brunori 1:0,90. Auf Grund dieses nimmt F. Zambonini an, daß die übliche Annahme von der Konstanz der Verhältniszahl $RO:Al_2O_3$ sich nicht weiter aufrecht erhalten läßt und die Theorien der Zusammensetzung des Chabasits mit der Tatsache rechnen müssen, daß dieses Verhältnis $\lesseqgtr 1$ sein kann.

G. Tschermak[2]) faßt die Zeolithe als Silicate der Nephelin- und Feldspatgruppe in Verbindung mit Wasser auf, deren Formel so gegliedert werden kann, daß ein Teil als normales Salz erscheint, ein zweiter Teil als Kieselsäure oder Kieselsäurehydrat gedeutet werden kann, zu dem noch Kristallwasser hinzutritt. Dieser Theorie schloß sich auch C. Doelter[3]) an, von dem auch deren Erweiterung stammt. Auf Grund weiter unten zu besprechender experimenteller Versuche kommt dieser Autor zu dem Schluß, daß die Annahme von A. Streng, welche von der Existenz eines Feldspats von der Formel

[1]) F. Zambonini, N. JB. Min. etc. 1902, II, 94.
[2]) G. Tschermak, Lehrb. d. Mineralogie.
[3]) C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 118—139.

$CaAl_2Si_6O_{16}$ ausgeht, kaum ausreicht. Er nimmt an, daß dem Chabasit das Silicat

$$CaAl_2Si_2O_8$$

zugrunde liegt und dazu eine variable Menge von $SiO(OH)_2$ hinzutritt. Eine Stütze hierfür ist darin zu sehen, daß das Verhältnis Ca : Al ein nahezu konstantes ist, während das zu Si erheblich schwankt. C. Doelter schreibt die Formel des Chabasits

$$m \, . \, CaAl_2Si_2O_8 + n\,SiO(OH)_2 + 6\,H_2O\,,$$

in der für n mindestens die Zahl 2 zu setzen ist.

Eine gewisse Analogie zu den Ansichten von G. Tschermak ist in den von R. Gans[1]) geäußerten Anschauungen nicht zu übersehen. Er fand, daß die einzelnen Zeolithe innerhalb kurzer Zeit verschiedene Mengen des Ammoniums und der Ammoniumchloridlösung aufnehmen und alkalische Erden sowie Alkalien abgeben. Hieraus zog er den Schluß, daß in den Zeolithen die alkalischen Erden und Alkalien im Molekül eine verschiedene Bindung haben. Er unterscheidet zwei Gruppen der Zeolithe: die einen, in denen alkalische Erden und Alkalien zum größten Teil an die Kieselsäure gebunden erscheinen, und die anderen, in denen diese beiden Bestandteile an die Tonerde gebunden sind. Die erste Gruppe nennt er die Tonerdedoppelsilicate, die andere hingegen Aluminatsilicate. Der Chabasit ist ein Gemisch von Aluminatsilicaten und Tonerdedoppelsilicaten. Seine Konstitution, dargestellt als Aluminatsilicat von der Zusammensetzung des Na-Chabasits, versinnbildlicht R. Gans durch folgende Formel:

$$\left(\begin{array}{l} \diagup OH \\ Si-OH \\ | \diagdown OH\left(\begin{array}{l}OH\\ONa\end{array}\right) \\ O \\ | \diagup OH \\ Si-OH \\ \;\; \diagdown OH \end{array}\right)_2 .$$

Der Einteilung der Zeolithe in Tonerdedoppelsilicate und Aluminatsilicate, wie sie von R. Gans befürwortet wird, schließt sich auch F. Singer[2]) im wesentlichen an. In seiner Chabasitformel:

$$Na_2Al_2Si_4O_{12}\,.\,6\,H_2O = \begin{array}{l} O \diagdown \\ \quad > Si-OH \\ O \diagup \\ \quad > Si{=}O \\ O \diagup \\ \quad > Al-ONa \\ O \diagup \\ \quad > Al-ONa \\ O \diagup \\ \quad > Si{=}O \\ O \diagup \\ \quad > Si-OH \\ O \diagup \end{array} + 5\,H_2O\,.$$

nimmt er nur 1 Mol. Wasser als Konstitutionswasser an. Durch diese Schreibweise der Formel will F. Singer dartun, daß im Chabasitmolekül die Natrium-

[1]) R. Gans, J. preuß. geol. L.A. **26**, 179—211 (1905).
[2]) F. Singer, Sprechsaal, **44**, 52—54 (1911). Vgl. auch F. Singer, Über künstliche Zeolithe und ihren konstitutionellen Zusammenhang mit anderen Silicaten. Inaug.-Diss. (Berlin) 1910, 10.

atome in unmittelbarer Raumnähe sich befinden und daher leichter ausgetauscht werden können als z. B. die des Analcims.

Von Feldspatsilicaten leitet auch F. W. Clarke[1]) den Chabasit ab. Er nimmt an, daß wir in den Chabasiten solche Formen vertreten haben, die sich auf Mischungen des Anorthitsilicats mit 18 Molekülen Wasser mit dem Albitsilicat mit 9 Molekülen H_2O zurückführen lassen; ferner solche, die einen geringen Kalkgehalt aufweisen und mit dem Gmelinit isomer sind, und endlich diese Vorkommen, welche wenig Alkalien enthalten und deren Formel durch ein Trisilicat-Anorthit bzw. Calciumalbit, die in der Natur in selbständiger Form unbekannt sind, aufgefaßt werden können. Zusammenfassend kann man den Chabasit als eine Mischung der Silicate

$$\begin{array}{l} \diagup SiO_4 \equiv Al \\ Al-SiO_4 \equiv H_2 . AlH_2O_2 \\ \diagdown SiO_4 = Ca \\ \quad | \\ \quad Ca \qquad\qquad\qquad + 14\,H_2O \\ \quad | \\ \diagup Si_3O_8 = Ca \\ Al-Si_3O_8 \equiv H_2 . AlH_2O_2 \\ \diagdown Si_3O_8 \equiv Al \end{array}$$

mit den Salzen

$$\begin{array}{l} \diagup SiO_4 \equiv Na_3 \\ Al-SiO_4 \equiv H_2 . AlH_2O_2 . + 7\,H_2O \\ \diagdown SiO_4 \equiv Al \end{array} \qquad \begin{array}{l} \diagup Si_3O_8 \equiv Na_3 \\ Al-Si_3O_8 - H_2 . AlH_2O_2 + 7\,H_2O \\ \diagdown Si_3O_8 \equiv Al \end{array}$$

darstellen. Bezeichnet man[2]) SiO_4 sowie $Si_3O_8 = X$, so lauten die Formeln der einzelnen Salze

$$Al_4X_6Ca_3H_4(AlH_2O_2)_2 . 14\,H_2O$$

und

$$Al_2X_3Na_3H_2(AlH_2O_2) \; . \; 7\,H_2O.$$

Im allgemeinen ist die Zusammensetzung des Chabasits zwischen

$Al_6X_6Ca_3 . 18\,H_2O$ mit vier,

und $Al_3X_3Na_3 . \; 9\,H_2O$ mit zwei Wassermolekülen als Konstitutionswasser.

Die Tatsache, die von A. Kenngott beobachtet wurde, daß das Wasser vom entwässerten Chabasit unter starker Erwärmung wiederum aufgenommen wird, läßt die Vermutung zu, daß die Hydroxylgruppe an das Calcium gebunden ist. In diesem Falle müßte in der Strukturformel an Stelle des AlH_2O_2 die Gruppe CaOH treten.

Alle bisher erörterten Deutungen der chemischen Zusammensetzung des Chabasits rechneten stets damit, daß ein Teil des Wassers als Kristallwasser zu betrachten ist. — Von einer entgegengesetzten Annahme ging C. Hersch[3]) aus, der vermutet, daß in den Zeolithen überhaupt kein Kristallwasser vorhanden ist und daß sogar das Wasser, welches unter 100° entweicht, dem OH, das an Si gebunden erscheint, zugehört. Er stellte auch eine Reihe von Konstitutionsformeln auf, die aber einer genaueren Prüfung kaum Stand halten können. —

[1]) F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **126**, 33, 36, 37, 38, 44 (1895).
[2]) Derselbe, Z. anorg. Chem. **7**, 267—274 (1894).
[3]) C. Hersch, Über den Wassergehalt der Zeolithe. Inaug.-Diss. (Zürich) 1887.

Endlich möge hervorgehoben werden, daß E. Baschieri[1]) nach G. Tschermaks Methode aus dem Chabasit die Leucitsäure[2]) von der Formel

$$Si_4H_{12}O_8$$

isolierte. Er schreibt die Formel des Chabasits: $Si_4O_{18}Al_2CaH_{12}$.

*) G. Tschermak[3]) berechnete die Atomverhältnisse seiner neu gebrachten Analyse und fand:

	Si : Al : Ca : H	Si : H
Nr. 96	4,85 : 2 : 0,987 : 13,98	1 : 2,885
„ 97	4,83 : 2 : 1,020 : 14,08	1 : 2,918
„ 98	4,00 : 2 : 1,06 : 11,89	1 : 2,98
„ 99	4,01 : 2 : 1,00 : 11,47	1 : 2,86

G. Tschermak[4]) fand daraus:

Chabasit von Wassons Bluff . $Si_{2,9}H_6 . Si_2Al_2Ca . H_8$,
„ „ Färöer. . . . $Si_{2,0}H_4 . Si_2Al_2Ca . H_8$.

Oder für den ersten:

$$2Si : 0,7 Si_2Al_2Ca : 9,8 H.$$

Für den zweiten:

$$2Si : Si_2Al_2Ca : 11,9 H.$$

In dem Chabasit von den Färöer ist die Kieselsäure $Si_4H_2O_6$ mit dem Kern $CaAl_2Si_2$ verbunden, während in jenem von Wassons Bluff nicht eine solche Kieselsäure, sondern eine Mischung dieser mit einer höher zusammengesetzten, wahrscheinlich $H_8Si_4O_{12}$ anzunehmen ist. Diese Erscheinung, welche sich bei vielen Zeolithen wiederholt, beruht darauf, daß nicht immer eine einfach zusammengesetzte Kieselsäure, sondern oft eine Mischung von solchen sich mit dem Kern vereinigt, also eine derartige Mischung die Stelle einer einfachen Kieselsäure vertritt, ohne daß die Kristallform sich erheblich ändert. Die Gleichwertigkeit der voneinander verschiedenen Kieselsäuren erklärt sich durch die A. Wernersche Annahme von Nebenvalenzen.

Vergleicht man die folgenden vier Analysen, so kommt man zu folgenden Verhältnissen:

	Si : Al : Ca : H
Wassons Bluff (G. Steiger) . .	5,01 : 2 : 1,01 : 14,4
„ „ (E. Zdarek) . .	4,85 : 2 : 0,99 : 14,0
Table Mount. (W. Hillebrand).	4,07 : 2 : 0,97 : 12,75
Färöer (R. Bernert)	4,00 : 2 : 1,06 : 11,89

Die ersten zwei entsprechen der Formel $H_{14}CaAl_2Si_5$, während die beiden letzten die Formel $H_{12}CaAl_2Si_4$ ergeben. Der Unterschied rührt von der Zusammensetzung der Kieselsäuren her. In den ersten ist H_6Si_3 anzunehmen, so daß für das Hydratwasser H_8 bleibt.

---

[1]) E. Baschieri; zit. nach G. Tschermak, Dies. Handb. **2**, I, 237.

[2]) Über die Natur der abgeschiedenen Kieselsäure vgl. die Angaben von G. Tschermak, Z. anorg. Chem. **66**, 201 (1910) und E. Löwenstein, Z. anorg. Chem. **63**, 81—83 (1909).

[3]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 549 (1917, erschienen 1918).

[4]) G. Tschermak, l. c. **126**, 552 (1917). Die Arbeit erschien erst 1918.

*) Nachträgliche Einschaltung des Herausgebers.

Kieselsäure des Chabasits. G. Tschermak[1]) isolierte nach seiner Bd. II, Abt. 1, S. 223 geschilderten Methode die Kieselsäure einiger Chabasite durch Zersetzung mit verdünnter Salzsäure. Für das S. 85 angeführte Vorkommen von den Färöer ergab sich ein Wassergehalt der Kieselsäure bei der Hemmung von 22,50 %. Bei einer zweiten Versuchsreihe wurde die Zahl 23,70 % erhalten. Die Dichte der Kieselsäure bei 23 % Wassergehalt war: 1,803.

Unter denselben Bedingungen ergab sich für das Vorkommen von Außig die Zahl W = 23,94 %. Die Dichte ist bei 23 % Wassergehalt = 1,796.

Für den Aciadalith von Wassons Bluff wurde die Zahl W = 22,72 % erhalten.

Aus diesen Versuchen läßt sich für die aus jenem Chabasit erhaltene Kieselsäure die Formel $H_4Si_2O_6$ ableiten.

G. Tschermak nimmt den wasserstoffhaltigen Kern $H_4CaAl_2Si_2O_{10}$ an.

Im zweiten Teil seiner Arbeit hat G. Tschermak[2]) eine größere Anzahl von Analysen neu berechnet. Das Verhalten bei der Erwärmung leitet seiner Ansicht nach dazu, Kristallwasser anzunehmen. Im Chabasit werden vier Verbindungen angenommen, und ergibt die Berechnung einer Anzahl von Analysen Übereinstimmung mit der Annahme dieser vier Komponenten. Von den vier Molekülen Wasser, welche an den Anorthitkern nnd verschiedene Kieselsäuren gebunden sind, werden zwei Moleküle als Kristallwasser angenommen, während die übrigen zwei an den Anorthitkern gebunden sind. Die vier Verbindungen unterscheiden sich untereinander durch die Verschiedenheit der Kieselsäuren, welche an den Kern gebunden sind. Die Formeln sind:

$$Si_4H_8O_{12} \,.\, Si_2Al_2CaO_8O_2H_4 \,.\, 2\,Aq.$$
$$Si_2H_4O_6 \,.\, Si_2Al_2CaO_8O_2H_4 \,.\, 2\,Aq.$$
$$Si_2H_4O_4 \,.\, Si_2Al_2CaO_8O_2H_4 \,.\, 2\,Aq.$$
$$Si_2H_2O_3 \,.\, Si_2Al_2CaO_8O_2H_4 \,.\, 2\,Aq.$$ **)

Wassergehalt, Wasserabgabe beim Erhitzen, Dampfspannung.

Über die Natur des Wassergehaltes der Chabasite suchte J. Lemberg[3]) durch Untersuchung künstlich dargestellter Alkalichabasite Aufklärung zu erhalten. Er fand, daß der Kalichabasit (vgl. unten) im lufttrockenen Zustande einen Wassergehalt von 16,98 % aufweist. Nach vorhergegangenem Glühen und nachheriger Befeuchtung wurden unter starker Erhitzung 16,10 % wiederum aufgenommen; es würde demnach der unbedeutende Rest von 0,88 % als basisches Wasser zu deuten sein. Heftiges Glühen bis zur schwachen Frittung hatte zur Folge, daß der Kalichabasit selbst nach zwei Monaten unter Wasser nur 3,84 % wieder aufgenommen hat. Im Gegensatz hierzu nimmt der Natronchabasit, der ursprünglich 19,33 % H_2O enthielt, nach schwachem Glühen 8,39 % wiederum auf; es blieben demnach 10,94 % als basisches Wasser zurück. J. Lemberg schloß hieraus, daß derartige Versuche kaum Aufschluß liefern können, wie das Wasser im Chabasit gebunden ist, zumal die Wieder-

[1]) G. Tschermak, l. c. **126**, 583 (1917).
[2]) G. Tschermak, l. c. **127**, 241 (1918).
[3]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 519—631 (1876).
**) Hier endet die Einschaltung des Herausgebers.

hydratation einer Verbindung von deren Natur, von der Temperatur, bei welcher entwässert wird, und wahrscheinlich auch von der Dauer des Glühens bei gleichbleibender Temperatur abhängig ist.[1])

Diese Schlußfolgerungen fanden später eine Bestätigung in G. Friedels[2]) Untersuchungen, durch die die bisherigen Wasserbestimmungen zum Teil entwertet wurden. Aus diesem Grunde sollen hier nur beispielsweise die Bestimmungen von F. W. Clarke und G. Steiger[3]) sowie G. Friedel[4]) Aufnahme finden und diejenigen von C. Bodewig,[5]) A. Bygden,[6]) E. Manasse,[7]) L. Pelacani,[8]) C. F. Rammelsberg[9]) und A. Streng[10]) übergangen werden. Von Bedeutung für die Wasserbestimmung ist auch, wie St. J. Thugutt[11]) gezeigt hatte, die Korngröße des untersuchten Pulvers. Er fand für Pulver

	I 1—10 μ	0,1—0,5 mm	
am Chabasit von Außig	22,40 %	21,99 %	Δ = 0,41 %
„ Phakolith von Victoria . . .	23,09 %	22,21 %	0,88
„ Herschelit von der Cyclopeninsel	19,94 %	18,73 %	1,21

F. W. Clarke und G. Steiger fanden am Chabasit von Wassons Bluff (Neuschottland) bei verschiedenen Temperaturen folgende Wasserverluste:

Bei 100°	5,22
180	5,70
250	3,92
350	2,36
Dunkle Rotglut . . .	4,51
Helle Rotglut	0,13
Über dem Gebläse . .	0,01
	21,85

Die Versuche G. Friedels ergaben das überraschende Resultat, daß der Chabasit bei gewöhnlicher Temperatur nicht vollkommen mit Wasser gesättigt ist und sogar bei niedrigen Temperaturen 5—7 % H_2O absorbieren kann. Er folgert hieraus, daß das Wasser im Chabasit keineswegs in einer Molekularbeziehung zum Silicat steht.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse von G. Friedel zusammengestellt. In der Tabelle bedeutet T die Temperatur der Luft und t die Temperatur des Wassers der Wasserleitung, mit dem die Luft gesättigt war. Über die Versuchsanordnung vgl. das Original.

[1]) J. Lemberg, ebenda, **37**, 981 (1885).
[2]) G. Friedel, Bull. Soc. min. **22**, 5—17 (1899).
[3]) F. W. Clarke und G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. **207**, 33 (1902); Am. Journ. [4] **13**, 27—38 (1904); Z. anorg. Chem. **29**, 342.
[4]) G. Friedel, l. c.
[5]) C. Bodewig, Z. Kryst. **10**, 276—278 (1885).
[6]) A. Bygden, Bull. of the geol. Inst. Upsala, **6**, 92 (1905).
[7]) E. Manasse, Proc. verb. Soc. Tosc. di Sc. Nat. **15**, 10 (1906). Ref. Z. Kryst. **44**, 659 (1908).
[8]) L. Pelacani, R. Acc. d. Linc. [5] **17**, 66—70 (1908). Ref. N. JB. Min. etc. 1909, II, 26.
[9]) C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **21**, 84 (1869).
[10]) A. Streng, Ber. d. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilk. **26**, 78, 79, 81, 84 (1877).
[11]) St. J. Thugutt, ZB. Min. etc. 1909, 677—686.

Versuch I.

Gewicht des ang. Pulvers
1,5555 g.

T	t	Erhitzgs.-zeit	Abkühlgs.-zeit	Verlust %
63°	10,5°	18½	4	2,75
57	9,2	16½	2¼	2,51
66	9,5	5¼	¼	3,12
66	9,0	14¾	2	3,16
93	8,8	24¾	1	5,22
94,5	9,1	24	½	5,45
112	7,5	48	1	7,00
148,1	6,5	20	2½	11,41
176,5	6,5	19	1½	13,00
204	6,9	17½	2¾	15,22
227	6,5	21	6¼	16,25
266	6,5	19½	4	17,17

Versuch II.

Gewicht des angew. Pulvers
1,1810 g.

T	t	Erhitzgs.-zeit	Abkühlgs.-zeit		%
12°	6,5°	19	4	Zunahme	0,22
11,5	6,5	23	4	Zunahme	0,23
263	6,5	27¾	1½	Verl.	17,33
410	6,5	18½	4¼	„	19,16
568	6,1	17	5	„	19,48
570	6,0	4½	15½	„	19,42

Versuch III.

Bruchstücke im Gewicht
1,8090 g.

T	t	Erhitzgs.-dauer	Abkühlgs.-dauer	Verlust %
14°	4,5°	5¼	1	0,07
47,5	5,0	29	¾	2,02
71,5	4,9	19	4	3,55
103,5	4,5	18¾	4	7,00
122	4,5	18	2¼	9,43
153	4,9	4¼	1	12,09
151,5	5,0	22	3	11,97
171,5	4,6	16¾	1	13,37
191,5	4,5	20½	3	14,73
14	11,5	50½	Zunahme	0,29
71	71	4	Verlust	0,935
98,5	98,5	1	„	1,47

Versuch IV.

Gewicht des ang. Pulvers
1,9169 g.

T	t	Erhitzgs.-dauer	Abkühlgs.-dauer	Verl. %
65°	12,5°	3¾	1¾	2,81
95	11,7	21¼	3	5,28
115	11,3	16¾	2¼	7,53
130	12,3	28	2	9,30
143,5	12,2	20	2¾	10,70
156,5	13,3	28¾	1½	11,68
180,5	11,2	16	3½	13,60
0	0	8½	Zunahme	0,54

Die Bestimmungen des Wasserverlustes erfordern aber eine Korrektur in Hinsicht auf die Luftabsorption. Der Chabasit vermag nach dem Erhitzen bis 2,7% Luft aufzunehmen. Der Chabasit von Rübendörfel, der sehr fein pulverisiert wurde, verlor bei 800° 21,9% H_2O, welcher Verlust sich, nachdem das Pulver in trockener Luft durch eine Viertelstunde abgekühlt wurde, auf 19,56% verminderte. — Bei einem scheinbaren Verluste von 14,56% und Abkühlung bei 18° unter einem Druck von 720 mm erwies sich das Pulver als 0,959% lufthaltig. Dieselbe Menge, 0,960%, wurde bei einem scheinbaren Verlust von 13,94% gefunden, als die Abkühlung bei 14° unter einem Druck von 720 mm erfolgte. Als das Pulver bei 20° unter 715 mm Druck abgekühlt wurde, fand man bei einem Verlust von 8,94% noch 0,111% Luft.

Die früheren[1]) Untersuchungen G. Friedels bezogen sich nebst der volumetrischen Bestimmung der absorbierten Luftmenge auch auf deren chemische Zusammensetzung. Er fand an einem Chabasitkristall von Gießen, dessen Gewicht 1,0113 g betrug und der 0,1809 g H_2O = 17,88 % durch Glühen verloren hatte, daß die absorbierte Luft, bezogen auf 0° und 760 mm Druck, ein Volumen von 6,98 ccm einnahm, das ist 6,90 ccm pro Gramm Substanz. Zwei andere Kristalle vom Gewicht 1,9157 g verloren nach langsamem Erhitzen 14,41 % und ergaben ein geringeres Gasvolumen als im ersten Versuch. Analog verhielt sich ein 1,6381 g wiegender Kristall, der bis zur Rotglut erhitzt wurde. Im ganzen absorbierten alle diese Kristalle, welche zusammen 4,5651 g wogen, ein Luftvolumen, auf 0° und 760 mm Druck bezogen, von 18,2 ccm. — Dieses absorbierte Gas bestand aus 8 % Sauerstoff und der Rest einzig und allein aus Stickstoff. — Bei einem ferneren Versuche mit vier Kristallen vom Gewichte 2,6157 g, welche durch Glühen 16,85 % verloren hatten, wurden 17,6 ccm Gas aufgenommen, das sind 6,7 ccm pro Gramm. Das Gas bestand aus 8,4 % Sauerstoff und 91,6 % Stickstoff. —

Die Beobachtungen G. Friedels führen zu dem Schlusse, daß die üblichen Wasserbestimmungen durch Glühverlust nur mit großer Vorsicht zu handhaben sind, da sie sich wesentlich von dem direkt bestimmten Wassergehalt unterscheiden. Ein Beispiel hierfür finden wir ebenfalls bei G. Friedel. Die direkte Wasserbestimmung ergab bei einem Färöer

Chabasit die Werte	a) 20,22 %	b) 20,35 %
und durch Glühverlust	19,03 %	18,58 %, demnach einen infolge
Luftabsorption verminderten Glühverlust von	1,19 %	1,77 %.

Was nun die Menge der absorbierten Luft anbetrifft, so folgt aus diesen Versuchen, daß bei teilweiser Entwässerung wenig Luft aufgenommen wird; die Absorption ist ebenfalls gering, wenn der Wasserverlust nur 7 bis 8 % beträgt. In diesen Erscheinungen ist auch der Grund zu sehen, warum bei verschiedenen Autoren so divergierende Zahlen für den Wasserverlust des Chabasits zu finden sind.

Dampfspannung. Nach den Untersuchungen von G. Tammann[2]) gehört der Chabasit zu denjenigen Hydraten, welche beim Verwittern durchsichtig bleiben. Der erste, der diese Beobachtung gemacht hat, ist G. vom Rath.[3]) G. Tammanns Untersuchungsmethode lehnt sich an die von J. M. van Bemmelen an. Um von einem einheitlichen Punkte auszugehen, wurde das Material zunächst 10 Tage lang über Wasser aufbewahrt und hierdurch vollständige Sättigung an H_2O erreicht. Hiernach wurde das Pulver in kleinen Glaseimerchen an den Stöpseln von gut schließenden Flaschen über H_2SO_4-Lösungen verschiedener Konzentration gehängt und ab und zu gewogen, bis kein weiterer Gewichtsverlust erfolgte. Die Flaschen wurden in einem Thermostaten bei 18—20° aufbewahrt. Seine Resultate sind die folgenden:

Es kamen 3,0230 g Phakolith von Richmond, Victoria in glasklaren linsengroßen Kristallen zur Anwendung. Der Wassergehalt des gesättigten Pulvers betrug durch Glühen bestimmt 22,11 %.

---

[1]) G. Friedel, Bull. Soc. min. **19**, 110—112 (1896); C. R. **122**, 948, 1006 (1896).
[2]) G. Tammann, Z. f. phys. Chem. **27**, 323—336 (1898); vgl. auch Pogg. Ann. **63** (299), 16—22 (1897).
[3]) G. vom Rath, Pogg. Ann. **158**, 196 (1876).

Konzentration der H_2SO_4-Lsg.	Zeit in Tagen	Gewichtsverlust in mmg	in %	Δn in g-Mol H_2O
10,0	6; 4	1,6; 1,6	0,05	0,014
20,3	1; 4	5,0; 4,8	0,16	0,044
29,2	4	9,4	0,31	0,084
40,6	4	18,0	0,60	0,162
50,1	8	32,2	1,06	0,289
60,4	13	54,8	1,81	0,492
70,3	4; 4; 5	83,4; 86,8; 87,6	2,76; 2,87; 2,90	0,749; 0,779; 0,786
80,5	5	115,4	3,82	1,036
85,1	3; 5	125,4; 135,0	4,15; 4,47	1,125; 1,212
80,5	4	138,0	4,56	1,239
60,4	3	61,2	2,02	0,549
10,0	3	1,9	0,06	0,017
60,4	3	53,2	1,76	0,477

Chabasit von Nalsö Faröer wurde in Pulverform untersucht. Sein Wassergehalt betrug 22,79 %. Es wurde gefunden:

Konzentration d. H_2SO_4 Lsg.	Zeit in Tagen	Gewichtsverlust in mmg	in %	Δn in g-Mol H_2O
10,0	2; 6	3,6; 4,2	0,13	—
20,3	2; 6	3,4; 3,4	0,11	0,028
29,2	2; 6	3,6; 3,8	0,14	0,037
40,6	2; 6	10,2; 11,6	0,37	0,098
65,3	2; 6	48,8; 52,8	1,69	0,446
85,2	2; 6	64,2; 95,2	3,14	0,827

Die Versuche von G. Tammann wurden von E. Löwenstein[1]) fortgesetzt und außerdem auf künstlich dargestellte Alkaliderivate des Chabasits erweitert. Von diesen letzteren soll weiter unten die Rede sein (vgl. S. 114). Seine Versuchsanordnung ist dieselbe wie bei G. Tammann, nur war hier die Temperatur des Luftthermostaten, in dem die Eimerchen mit dem Pulver aufbewahrt wurden, 24,5 bis 26,0° und außerdem wurden die Hydrate vor dem Einwägen einige Zeit über 5 % H_2SO_4-Lösung gebracht. Der Wassergehalt des über 5 % H_2SO_4-Lösung ins Gleichgewicht gekommenen natürlichen Chabasites betrug 22,22 %. Die Wasserabnahme in % H_2O über verschieden konzentrierten H_2SO_4-Lösungen war folgende:

% H_2SO_4	Wasserabnahme
10	0,06
30	0,20
60	0,53
80	1,46
97	2,22

Die Abnahme der Dampfspannung erfolgt bei der Wasserentziehung kontinuierlich. Die erhaltenen Zahlen sind folgende:

[1]) E. Löwenstein, Z. anorg. Chem. 63, 69—139 (1909).

Konzentr. d. H_2SO_4-Lsg. in % H_2SO_4	Zeit in Tagen	Gewichtsverlust in % H_2O	Gewichtsverlust in g-Mol. H_2O
10	1	0,20	0,06
20	2	0,40	0,12
30	3	0,64	0,20
40	3	0,84	0,26
50	3	0,97	0,30
60	3	1,73	0,53
70	3	2,94	0,90
80	20	4,76	1,46
90	30	6,90	2,12
97	36	7,24	2,22

Austausch des Zeolithwassers.

Die Anschauungen von G. Friedel über die „zeolithische" Natur des Wassergehaltes im Chabasit finden eine Bestätigung in den Versuchen über den Austausch des Zeolithwassers. Von Bedeutung ist hierbei die Tatsache, daß der Umtausch oft nur dann vor sich gehen kann, wenn der Chabasit zuvor entwässert wurde.

Versuche hierüber liegen in erster Linie von G. Friedel,[1]) welche dann von F. Rinne[2]) nachgemacht wurden, und von F. Grandjean[3]) vor.

Über den Eintritt der atmosphärischen Luft an Stelle des Wassers im Chabasit war bereits oben (vgl. S. 97) die Rede. G. Friedels Versuche erstreckten sich noch über eine ganze Reihe anderer Stoffe, während F. Grandjean in den Chabasit schwere Dämpfe an Stelle des Wassers eingeführt hat.

Ammoniak wird vom Chabasit in einer 325fachen Volummenge aufgenommen und in trockener Luft schneller abgegeben als in feuchter. 1,2713 g Chabasit von Faröer verlor durch Erhitzen 0,2031 g = 15,60 % und nahm 0,1346 g NH_3 auf, von welcher Menge bei der Trocknung in wenigen Minuten 0,0167 g = 1,3 % verloren wurden. 0,7749 g fein gepulverten Chabasits nahmen, nachdem sie 0,1240 g H_2O = 16 % abgegeben hatten, 0,0849 g NH_3 = 10,59 % auf. Von trockenem NH_3 sind ein wenig mehr aufgenommen 0,8150 g des Chabasits von Färöer verloren zunächst 0,1357 g H_2O = 16,65 % und tauschten dieses gegen 0,0964 g NH_3 entsprechend 11,80 %.

Getrocknetes Schwefelwasserstoffgas wird sofort absorbiert, jedoch nur vom entwässerten Chabasit. 1,2713 g Chabasit nahmen in der

ersten Stunde . .	0,1828 g H_2S	= 14,36 %
zweiten „ . .	0,1861 „ „	= 14,61
dritten „ . .	0,1911 „ „	= 15,03

wobei die Sättigung keineswegs erreicht wurde. Im Wasser wurde der Schwefelwasserstoff abgegeben, das Gewicht nahm um 0,0162 g ab, später bleibt es anscheinend konstant und nimmt wiederum H_2O auf und gibt aber gleichzeitig H_2S ab. Es wurden hierbei 0,0675 g H_2O aufgenommen.

---

[1]) G. Friedel, Bull. Soc. min. **19**, 363 (1896).
[2]) F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1897, II, 28.
[3]) F. Grandjean, C. R. **149**, 866 (1909); Bull Soc. min. **33**, 5—32 (1910).

Dieselbe Probe wies nach neuerlichem Erhitzen einen Verlust von 19,13 % H_2O auf und nahm 13,57 % H_2S auf, wobei bei allen Operationen die Bruchstücke kristallin blieben.

Äthylalkohol wird ebenfalls in größerer Menge gegen das Zeolithwasser ausgetauscht. 0,7251 g Chabasit von Faröer, die einen Wasserverlust von 0,1219 g = 16,81 % aufweisen, nahmen auf

nach $16^3/_4$ Stunden	. .	0,0697 g	= 9,61 %
24 „	. .	0,0803 „	= 11,07
41 „	. .	0,0896 „	= 12,35
$95^1/_2$ „	. .	0,0998 „	= 13,76
$160^1/_2$ „	. .	0,1020 „	= 14,06
216 „	. .	0,1042 „	= 14,37
326 „	. .	0,1076 „	= 14,83, von hier Gewichtskonstanz.

Über die Aufnahme des Wasserstoffes liegen nur angenäherte Angaben vor, da das Gas sehr rasch aufgenommen wird, ebenso rasch aber an die Luft abgegeben wird.

SiF_4 und SiC_4 wurden mit positivem Erfolg eingeführt. Entwässerter Chabasit von Außig wurde mit SiF_4 behandelt, und ergaben sich folgende Zahlen:

1,2188 g Subst. verloren	15,45 % H_2O	u. nahmen nach	9 St.	0,05179 SiF_4	= 4,2 %
0,8520 „ „ „	15,93	„ „ „	„ 1 „	0,0253 „	= 2,97
1,5584[1]) „ „	13,91	„ „ „	„ 44 „	0,0804 „	= 5,16

Durch Erhitzung wird das $SiFl_4$ abgegeben, eine Vermehrung des SiO_2-Gehaltes wurde nicht festgestellt. Dagegen wurde eine solche wahrgenommen bei der Sättigung des Chabasits mit $SiCl_4$.

Die Untersuchungen von G. Friedel wurden später von F. Rinne[2]) wiederholt und durch optische Untersuchungen erweitert. Vermittelst der letzteren suchte er die Frage zu lösen, ob die Absorptionen nur als mechanische Verdichtung des Absorbens auf der Oberfläche des Zeolithrestes oder ob die Stoffe molekular aufgenommen werden. Er glaubte sich für die letztere Annahme entscheiden zu müssen. Seine Versuche bezogen sich auf den Chabasit von Oberstein. Er legte durch Erhitzen entwässerte Dünnschliffe dieses Zeoliths in Schwefelkohlenstoff ein, welcher vom Chabasit leicht aufgenommen wird. Die Absorption erfolgte an Schliffen, die bis zur Rotglut erhitzt wurden, die Menge des aufgenommenen Schwefelkohlenstoffes richtet sich nach der Menge des ausgetriebenen Wassers. Leider sind hierüber von F. Rinne keine quantitativen Untersuchungen ausgeführt worden. Er fand ferner, daß der aufgenommene Schwefelkohlenstoff mit dem im entwässerten Chabasit noch vorhandenen Wasser in Verbindung tritt, wobei CO_2 und H_2S entstehen. Werden die mit CS_2 getränkten Chabasitplättchen an der Luft getrocknet und erhitzt, so entwickelt sich (selbst bei gewöhnlicher Temperatur) H_2S, nebst welchem sich auch CO_2 in Spuren nachweisen ließ. Die Einführung des Schwefelkohlenstoffs bewirkt eine starke Erhöhung der Doppelbrechung, die Auslöschungsrichtungen nächst der Zwillingsgrenze schließen einen nach oben

[1]) In großen Stücken.
[2]) F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1897, II, 28.

geöffneten Winkel ein. Nach Verdrängung des CS_2 kehrten die Auslöschungsrichtungen zur ursprünglichen Stellung zurück. Analog verhielten sich Schliffe, in denen Kohlensäure eingeführt wurde, nur mit dem Unterschiede, daß in ihnen im Konvergenten Licht eine Achsenbarre zu sehen ist. Äthylalkohol bewirkt eine Erniedrigung der Doppelbrechung und die Auslöschungsrichtungen, die jetzt solche der größten optischen Elastizität sind, schließen einen etwa 60° betragenden nach oben geöffneten Winkel ein. In Chloroform wurde dieser Winkel zunächst größer und nahm nach 24 Stunden den Wert von 120° an. Benzol bewirkte einen Winkel von 75°, der mit der Zeit stets stieg, in Anilin erreichte der Winkel dieser Auslöschungsrichtungen 120°. Durch Erhitzen und Austreiben des absorbierten Stoffes wurde der Winkel kleiner und schließlich kehrte die Platte in einen Zustand, der dem Ausgangszustand annähernd entsprach, zurück. In Äther verhält sich der Chabasit, als wenn er in Berührung mit feuchter Luft wäre.

Bei seinen Untersuchungen über die Absorption schwerer Dämpfe durch die Zeolithe verwendete F. Grandjean den Chabasit von Rübendörfel[1]) (Außig). Auch hier verursachten die Absorptionen Änderungen in den optischen Eigenschaften. Der unveränderte, mit Wasser gesättigte Chabasit ist optisch zweiachsig, von negativem Charakter der Doppelbrechung ($N_\gamma - N_\alpha = 0{,}0014$) und dem Winkel der optischen Achsen $2V$ ca. 65°. Wird der bei 500° entwässerte Chabasit in wasserfreies kochendes Glyzerin gelegt und nachher abgekühlt, so bleibt er eine kurze Zeit H_2O-frei, weist einen geringen Wert für $2V$ auf und eine verminderte Stärke der Doppelbrechung $N_\gamma - N_\alpha = 0{,}0010$, ihr Charakter ist dagegen positiv. Bei Wasseraufnahme tritt Volumvermehrung und Änderung des Charakters der Doppelbrechung ein.

Mit Jod wird das Mineral bei 300° gesättigt und vermag hierbei 0,9% aufzunehmen. Er wird hierdurch pleochroitisch. Bei höherer Temperatur ändert sich die Farbe, das Mineral bleibt aber auch nach dem Abkühlen tief gefärbt. Durch Erhitzen an der Luft wird der Chabasit entfärbt. Die Entfärbung tritt auch durch Einwirkung von Natriumhyposulfit bzw. konzentrierter Kaliumjodidlösung ein, die Färbung bleibt dagegen in Wasser, Benzol, Alkohol, Schwefelkohlenstoff durch längere Zeit erhalten.

Auch Brom ruft analoge Erscheinungen hervor, jedoch ist der Pleochroismus schwächer und Sättigung tritt bei niedrigerer Temperatur ein.

Von Kalomel wurden bei 525° 23,48% unter Volumvermehrung aufgenommen. Charakteristisch ist, daß in der Luft die Wiederabgabe bei 525° mit abnehmender Geschwindigkeit erfolgt und daß bei der Abkühlung Luft nicht aufgenommen wird. In H_2O bleibt er unverändert. Ammoniak verdrängt das Kalomel bei 500°. Der Kalomelchabasit ist optisch einachsig, negativ doppelbrechend, $N_\omega - N_\varepsilon = 0{,}045$. Die Richtung α verläuft parallel zur dreiachsigen Achse des Zwillingsstockes.

Die Aufnahme von Quecksilber erfolgt von 130° an und erreicht anscheinend das Maximum der Geschwindigkeit bei 300°. Die Aufnahme von Quecksilber kann neben einer solchen von Wasser sowie Kalomel erfolgen. So fand F. Grandjean in einem bei 400° zunächst mit Hg, und dann mit kaltem Wasser behandelten Chabasit 19,61% Hg und

[1]) Nach J. E. Hibsch, Tsch. min. Mit. **32**, 112 (1913) beziehen sich die Angaben „Chabasit von Außig" oder „Chabasit von Leitmeritz" meistens auf das Vorkommen von Rübendörfel.

18,32 °/₀ H_2O. Durch Erhitzen auf 500° kann das Quecksilber vollkommen verdrängt werden, was bei höherer Temperatur nicht vollständig oder nur nach längerem Erhitzen gelingt. Die Farbe des Quecksilberchabasits ist zunächst in der Kälte gelb, bei höherer Temperatur braun, in feuchter Luft abgekühlt wird er schwarz. Der Quecksilberchabasit ist optisch zweiachsig, negativ $2V = 74°$. N_β ca. 1,6; $N_\gamma - N_\alpha = 0,028$, pleochroitisch. Die Wasseraufnahme hat eine Verminderung der Stärke der Doppelbrechung zur Folge.

Schwefel wird oberhalb der Siedetemperatur aufgenommen, der Schwefelchabasit ist in der Kälte blaßgelb und in der Hitze schwarz. Beim Verdampfen des Schwefels tritt Entfärbung ein. Charakter der Doppelbrechung negativ, $N_\gamma - N_\alpha = 0,036$.

Zinnoberdämpfe, von Kohlendioxyd mitgerissen, bewirken in der Hitze eine Lilafärbung, die dann in lebhaftes Gelb übergeht, und einen schwachen Pleochroismus. Positiv doppelbrechend $N_\gamma - N_\alpha = 0,036$.

Chemische Eigenschaften.

Verhalten vor dem Lötrohre. Nach A. Kenngott[1]) wird der Chabasit von Montecchio maggiore bei Vicenza infolge Erhitzen in der Spiritusflamme weiß und schwillt ein wenig an. In der Lötrohrflamme schwillt er an und wird zu einer blasig schaumigen Masse, welche in stärkerer Hitze zu einem kleinblasigen, wenig durchscheinenden Glase schmilzt, das „beim längeren Blasen auf der Oberfläche der Kugel aufleuchtende Pünktchen erscheinen läßt". Etwas abweichend verhält sich der Chabasit von Rübendörfel, der durch Erhitzen in der Spiritusflamme trüb wird und wenig anschwillt, wobei dünne Plättchen an den Rändern abschmelzen. In der Lötrohrflamme schwillt er stark an und schmilzt zu einem blasigen Glase, welches gar nicht „pulverisiert". Nach V. Goldschmidt[2]) schmilzt Chabasit von Rübendörfel, Leitmeritz, Oberstein, Außig, Lobositz unter Aufblähung zu einer blasigen opalartigen Kugel. Auf der Kohle dehnt er sich aus und schmilzt schwer zu einem opalartigen Glase. Der Herschelit von Melbourne wird bei Erhitzung im Kölbchen matt und zerfällt. Färbt die Flamme gelb. Schmilzt schwer aber ruhig zu einem farblosen blasenarmen Glase. — Auf Kohle erhitzt, wird er zuerst matt, dann durchsichtig und schmilzt an den Ecken zu Glas ab.

In reinem Wasser. G. Steiger[3]) füllte kleine Fläschchen mit reinem Wasser und ließ dieses auf Chabasitpulver durch einen Monat bei 70° einwirken. Die abfiltrierte Lösung wurde mit normaler Salzsäure und Methylorange als Indikator titriert. Die Resultate wurden als Na_2O berechnet. Nach der Analyse enthielt das Mineral 7,10 °/₀, während das Äquivalent von Na_2O in der Lösung 0,05 °/₀ betrug.

Löslichkeit. Die Löslichkeit in kohlensäurehaltigem Wasser wurde von C. Doelter[4]) untersucht. Er behandelte den Chabasit von Rübendörfel (Außig) durch 14 Tage mit CO_2-haltigem Wasser bei einer Temperatur von ca. 130°. In Lösung gingen 2,2 °/₀. Im löslichen Teile war das Verhältnis der Bestandteile

$$SiO_2 : Al_2O_3 : CaO = 1 : 0 : 1,571 .$$

[1]) A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 302.
[2]) V. Goldschmidt, Fresenius Z. 17, 267—275. Ref. Z. Kryst. 9, 572—574 (1884).
[3]) G. Steiger, Journ. Am. Chem. Soc. 21, 437—439 (1899).
[4]) C. Doelter, Tsch. min. Mit. 11, 319 (1890).

In flüssiger Kohlensäure lösten sich nach den Versuchen von C. Doelter (l. c.) 14,403%, welche aus

SiO_2	44,1
Al_2O_3	17,5
CaO	38,4
	100,0

bestanden. Die Löslichkeit geht ungleichmäßig vor sich. Bei einer gleichmäßigen Löslichkeit müßten

SiO_2	64
Al_2O_3	22
CaO	14,6

in Lösung gehen.

In Natriumcarbonatlösung gingen nach C. Doelter[1]) bei 80° nach Behandlung durch 14 Tage in Lösung:

SiO_2	3,42
CaO	1,59
Al_2O_3	Spur
	5,01

Von Salzsäure wird der Chabasit zersetzt unter Abscheidung von Kieselsäure. Nach E. Löwenstein[2]) scheidet sich unter Einwirkung konzentrierter Salzsäure zunächst gallertartige Kieselsäure ab, die sich nach zwei Tagen als feines Pulver absetzt. Nach V. Goldschmidt[3]) gibt das Mineral mit HCl behandelt, einen schleimigen Rückstand. Die aus dem Chabasit isolierte Kieselsäure untersuchte G. Tschermak.[4])

F. Cornu[5]) beobachtete am Chabasit, daß durch Einwirkung von Salzsäure schleimige Kieselsäure entsteht und an der Oberfläche der Kristalle regelmäßige Kontraktionsfiguren entstehen. Die Entstehung derselben ist von der Konzentration sowie von der Dauer der Einwirkung der Säure abhängig, wobei die Operationen an einem möglichst erschütterungsfreien Orte durchgeführt werden müssen. Nach einer $^1/_2$ stündigen Behandlung am Chabasit von Rübendörfel erschien ein regelmäßiges System von Kontraktionsrissen, die parallel der Fläche (0001) verliefen.

Reaktionen. Nach A. Kenngott[6]) reagiert das frische Pulver des Chabasits von Montechio maggiore bei Vicenza alkalisch. Das Pulver des Chabasits von Außig reagiert langsam, aber deutlich alkalisch, geglühtes Pulver reagiert schwächer. Auch F. Cornu[7]) fand daß das Pulver des Chabasits von Salesl a.d.E. eine schwache alkalische Reaktion zeigt. F.W. Clarke[8]) untersuchte die alkalische Reaktion der Zeolithe, indem er das pulverisierte Mineral in wassergefüllte 50 ccm haltige Glasfläschchen hineingab und die

---

[1]) C. Doelter, l. c.
[2]) E. Löwenstein, Z. anorg. Chem. **63**, 69—139 (1909).
[3]) V. Goldschmidt, l. c.
[4]) G. Tschermak, Z. anorg. Chem. **66**, 201 (1910). Vgl. auch S. 94.
[5]) F. Cornu, Tsch. min. Mit. **24**, 199—212 (1905).
[6]) A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 302.
[7]) F. Cornu, Tsch. min. Mit. **24**, 429 (1905).
[8]) F. W. Clarke, Journ. Am. Chem. Soc. **20**, 739—742 (1898).

Reaktion mit alkoholischem Phenolphtalein prüfte. Chabasit gab eine schwache verschwindende Färbung.

Farbreaktionen. Nach J. Lemberg[1]) wird Chabasit nach Behandlung mit Silbernitrat und Kaliumchromat (K_2CrO_4) schön rot gefärbt. Bei Anwesenheit von Kalk neben Chabasit ist statt $AgNO_3$ Thalliumnitrat zu verwenden.

St. J. Thugutt[2]) untersuchte die Einwirkung von Methylenblau sowie Silbernitrat mit Kaliumchromatlösung auf den Seebachit von Richmond. Er fand, daß der natürliche Seebachit durch Methylenblau nicht gefärbt wird, es treten nur wenige Flecken auf. Der in der Spiritusflamme erhitzte Zeolith wird schwach lila gefärbt, welche Färbung in verstärktem Maße nach Erhitzung mit dem Teclubrenner auftritt.

Die Lösung von $AgNO_3$ und K_2CrO_4 färbt den natürlichen Seebachit stark orange. Die Färbung erscheint auch, wenn man das Mineral vorher in der Spiritus- oder Gasflamme erhitzt hat und nachher mit der Lösung behandelt.

Nach G. Friedel[3]) nimmt der Chabasit, auch geringer entwässerter, Farbstoffe auf, sowie Kaliumpermaganat, welches sich schnell zersetzt und infolgedessen dem Mineral eine gelbe Färbung verleiht.

Thermochemisches Verhalten. Nach O. Mullert[4]) zeigt Chabasit so geringe Lösungsgeschwindigkeiten, daß eine Bestimmung der Lösungswärmen unmöglich war.

Physikalische Eigenschaften.

Dichte: Die Dichte des Chabasits schwankt in ziemlich geringen Grenzen 2,05—2,14. A. Streng[5]) suchte die Verschiedenheit des spezifischen Gewichts mit der Änderung der chemischen Zusammensetzung in Zusammenhang zu bringen. Er vermutet einen solchen zwischen dem Atomverhältnisse $Al_2 : Si$ und δ. Er fand:

	$Al_2 : Si$	δ:	
Phakolith von Richmond . .	1:3,72	2,135	(G. vom Rath),
Chabasit von Nidda . . .	1:3,85	2,133	(A. Streng),
Phakolith von Annerod . .	1:4,12	2,115	(A. Streng),
Chabasit vom Fassatale . .	1:4,3	2,112	
Chabasit von Oberstein . .	1:4,9	2,093	(A. Streng),
Chabasit von Außig . . .	1:4,93	2,093	(A. Streng).

J. E. Hibsch und F. Seemann[6]) fanden am Chabasit von Rübendörfel $\delta = 2,096$ in guter Übereinstimmung mit dem von A. Streng ermittelten Werte.

Härte: 4—5,5.

Spaltbarkeit ziemlich deutlich nach der Rhomboederfläche $(10\bar{1}1)$. Unebener Bruch und relativ spröde.

Farbe an verschiedenen Vorkommen wechselnd. Die häufigste ist weiß bis farblos, doch sind gelbliche und fleischrote Färbungen nicht selten.

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **44**, 224—242 (1892).
[2]) St. J. Thugutt, C. R. de le Soc. Sc. de Varsovie **5**, 99 (1912).
[3]) G. Friedel, Bull. Soc. min. **19**, 118, (1896).
[4]) O. Mullert, Z. anorg. Chem. **75**, 236-237 (1912).
[5]) A. Streng, Ber. d. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilk. **16**, 121 (1877).
[6]) J. E. Hibsch u. F. Seemann, Tsch. min. Mit. **32**, 113 (1913).

M. Websky[1]) beschreibt aus den Drusenräumen von Striegau Chabasite, welche eine kastanienbraune ins Orangerote übergehende Farbe aufweisen und an der Oberfläche intensiver gefärbt waren als im Innern. Durch Erhitzen im geschlossenen Rohre wird die Farbe schwärzlich, wobei eine geringe Menge Teersubstanz überdestilliert. Beim Erkalten geht die Farbe ins Blaßgraue über, nach längerem Glühen verschwindet sie überhaupt. Die eben erwähnte Beobachtung machte auch G. vom Rath[2]) an honiggelben bis gelblichweißen Chabasitkristallen aus dem Granit des Ockertales.

Optische Eigenschaften. Der Chabasit ist meistens optisch anomal, zweiachsig. Der Charakter der Doppelbrechung bald positiv bald negativ. Nach D. Brewster[3]) kann der optische Charakter auch an einem Individuum wechseln. Ausgehend von der A. Strengschen Theorie der isomorphen Mischung in den Chabasiten führt R. Brauns[4]) den wechselnden Charakter der Doppelbrechung auf das Überwiegen des einen oder anderen Endgliedes zurück. Es sind die kieselsäurereicheren Chabasite positiv die kieselsäureärmeren dagegen negativ. Es müßte demnach das Endglied $CaAl_2Si_6O_{16} + 8H_2O$ positiv, dasjenige $Ca_2Al_4Si_4O_{16} + 8H_2O$ hingegen negativ sein.

Die optisch anomalen Erscheinungen an den verschiedenen Flächen wurden von mehreren Autoren untersucht und auf verschiedene Ursachen zurückgeführt. Wir folgen hier in möglichster Kürze den Angaben F. Beckes.[5])

Dreieckig begrenzte Schliffe parallel (001) zeigen eine Teilung in sechs Felder, deren Auslöschungsschiefe stets symmetrisch und meistens dem Betrage nach gleich ist gegenüber der Grenzlinie zweier benachbarter Felder. Je zwei Felder, die über die Mitte gegenüberliegen, löschen gleichzeitig aus, die Größe der Auslöschung für einzelne Teile hingegen ist verschieden. Die Achsenebene in den einzelnen Sektoren können in zwei benachbarten Partien einen stumpfen, nach außen offenen Winkel einschließen (F. Beckes Typus I) — nach R. Brauns sind es die positiven — oder in einem spitzen nach der Mitte zu offenen Winkel zusammentreffen (F. Beckes Typus II); es sind nach R. Brauns die negativen.

Einen dritten Typus unterschied F. Rinne,[6]) der aber nur eine Unterabteilung des Beckeschen Typus II ist. Die Auslöschungsrichtungen schließen auf der Rhomboederfläche einen kleinen nach unten offenen Winkel ein.

In F. Beckes Typus I ist die Lage der Achse ⊥ zur Auslöschungsrichtung, die von der Rhomboederkante abweicht, im Typus II hingegen fällt sie mit dieser zusammen. Analoge Erscheinungen wurden am Seebachit und Phakolith beobachtet. [Vgl. neben F. Becke l. c. auch P. Groth und A. Arzruni bei G. vom Rath, Pogg. Ann. **158**, 394 (1876); V. v. Lang, Phil. Mag. [4] **28**, 506 (1864); C. Klein, Sitzber. Berliner Ak. 1890, 729; A. v. Lasaulx, Z. Kryst. **5**, 238 (1881); A. Streng, Ber. d. Oberh. Ges. f. Nat. und Heilk. **16**, 74 (1877); A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **4**, 259 (1881).]

[1]) M. Websky, Sitzber. d. Ges. d. nat. Freunde in Berlin 1877. Zit. nach Z. Kryst. **2**, 517 (1878).

[2]) G. vom Rath, Pogg. Ann. **122**, 404—406 (1876).

[3]) D. Brewster, Mem. of the Wernerian natural. hist. Soc. **3**; Gilberts Ann. d. Phys. **69** [9] 1, (1821); Phil. Trans. of the Roy. Soc. London **1**, 93 (1830); Pogg. Ann. **19**, 536 (1830).

[4]) R. Brauns, Optische Anomalien (Leipzig 1891), 267 ff.

[5]) F. Becke, Tsch. min. Mit. **2**, 391—418 (1880).

[6]) F. Rinne, Sitzber. Berliner Ak. 1890, 1192—1199.

Schliffe nach dem Rhomboeder zerfallen im polarisierten Lichte in zwei Felder, die durch die kurze Diagonale getrennt erscheinen. Zu dieser erfolgen die Auslöschungen symmetrisch, doch sind sie an verschiedenen Stellen der Fläche verschieden groß. Ihre Richtungen schließen Winkel ein, nach denen man analog wie an den Schliffen nach der Endfläche dieselben Typen unterscheiden kann.

D. Brewster[1]) sah die Ursache der optischen Anomalie des Chabasits in der Beimengung eines fremden Stoffes, der durch die Analyse nicht nachgewiesen werden konnte. Diese Deutung suchte Johnston[2]) zu stützen, mit dem Hinweis auf die wechselnde Menge des SiO_2 im Chabasit und nahm an, daß der dem Chabasit isomorph beigemengte Quarz die Ursache der Erscheinung ist. C. F. Rammelsberg[3]) konnte leicht die Unhaltbarkeit dieser Deutung beweisen.

F. Becke nahm an, daß die Anomalie dadurch verursacht ist, daß die Rhomboëderform des Chabasits mimetisch ist und durch Verzwilligung von mindestens sechs ihrem optischen Verhalten nach triklinen Individuen entstanden ist. Der Seebachit und Herschelit dürfte aus monoklinen Bausteinen aufgebaut sein. F. Beckes Deutung ist unter dem Einflusse von E. Mallards Theorie entstanden, die er aber keineswegs uneingeschränkt gelten ließ. Er meint „daß zur Erklärung der beim Chabasit auftretenden Erscheinungen die bekannten Zwillingsgesetze vollständig ausreichen; man hat nicht nötig, eine neue Theorie wie E. Mallards Hypothese vom Isomorphismus verschiedener Stellungen desselben Primitivnetzes herbeizuziehen.“

Die Annahmen F. Beckes fanden die Zustimmung von A. v. Lasaulx[4]) und G. Tschermak, der den Chabasit als mimetisch-rhomboëdrisch und in Wirklichkeit als triklin bezeichnete.[5])

C. Klein[6]) vermutet, daß die beschriebenen Erscheinungen durch Wasserverlust bedingt sind und stützt sich hierbei auf eigene und E. Mallards[7]) Beobachtungen, daß durch Erhitzung die Anomalie deutlich zum Vorschein kommt. Dieser Deutung schloß sich F. Rinne[8]) an und auch R. Brauns[9]) gibt zwar die Wahrscheinlichkeit der Kleinschen Erklärung zu, meint aber, daß in erster Linie die Ursache der optischen Anomalie in der isomorphen Beimischung zu suchen ist. Vgl. auch G. Tschermak.[10])

Die Lichtbrechung ist nach den Angaben in der Literatur ungefähr 1,50. M. Goldschlag[11]) untersuchte an einer Reihe von Vorkommen die Größe der Brechungsexponenten und fand Zahlen die demnächst veröffentlicht werden sollen.

Die Größe der Doppelbrechung nach A. Lacroix[12]) im Maximum $N_\omega - N_\varepsilon = 0{,}0028$, für den Herschelit ist sie kleiner $N_\omega - N_\varepsilon = 0{,}002$.

[1]) D. Brewster, Pogg. Ann. **19**, 527—538 (1830).
[2]) Johnston, Phil. Mag. **9**, 166—170 (1836).
[3]) C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **39**, 211 (1840).
[4]) A. v. Lasaulx, Z. Dtsch. geol. Ges. **31**, 637 (1879).
[5]) G. Tschermak, Lehrb. d. Mineralogie. 2. Aufl.
[6]) C. Klein, Sitzber. Berliner Ak. 1890, 729—733.
[7]) E. Mallard, Bull. Soc. min. **5**, 260 (1882).
[8]) F. Rinne, Sitzber. Berliner Ak. 1192—1199 (1890).
[9]) R. Brauns, l. c.
[10]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 602 (1917), erschienen 1918.
[11]) M. Goldschlag, Unveröffentlicht.
[12]) A. Lacroix, Bull. Soc. min. **8**, 321 (1885).

Der Winkel der optischen Achsen schwankt zwischen 0° und 18° = 2V.[1]) An Bestimmungen liegen vor:

Phakolith von Richmond 2V = 27—40° (P. Groth und A. Arzruni[2]),
Herschelit von Aci castello 2V = 32,3° rotes Licht (F. Becke, l. c.),
31,6° grünes Licht.

Untersuchungen über die Änderung der optischen Orientierung infolge der Erhitzung stammen von F. Rinne.[3]) Er fand, daß durch allmähliche Erhitzung die positiv doppelbrechenden Chabasite in negativ doppelbrechende übergehen. Ein weiteres Erhitzen bewirkt, daß beide optische Chabasittypen stark positiv doppelbrechend werden.

Wärmeleitung. Nach E. Jannettaz[4]) ist der Chabasit thermisch positiv, die Vertikale ist die große Achse des isothermischen Ellipsoids, das Achsenverhältnis = 0,96.

Spezifische Wärme bestimmte P. E. W. Öberg[5]) an farblosen Kristallen von den Färöern zu 0,3799.

Synthese des Chabasits.

Auf synthetischem Wege wurde der Chabasit von C. Doelter dargestellt. Ein künstliches Silicat von der Zusammensetzung des Alkali-Chabasits erhielten auch H. Deville und R. Gans.

H. Deville[6]) stellte Alkali-Chabasit (vom Autor wird das erhaltene Produkt Levyn genannt) durch Lösung von kieselsaurem Kali und Natriumaluminat her und erhitzte das Gemisch in einem zugeschmolzenen Rohre bis 170°. Es entstanden kleine tafelförmige Kristalle von hexagonalem Habitus, deren chemische Zusammensetzung etwa der eines Chabasits entspricht, welcher in erster Linie Kalium und Natrium, dagegen wenig Kalk enthält. Die Analyse ergab folgende Zahlen:

Na_2O	5,5
K_2O	8,6
CaO	0,9
Al_2O_3	21,5
SiO_2	44,7
H_2O	19,7
	100,9

C. Doelter[7]) erhielt den Chabasit auf mehreren Wegen. 1. Durch Umkristallisieren in kohlensäurehaltigem Wasser, indem er pulverisierten Chabasit in einer eisernen mit Silber gefütterten Röhre durch neun Tage auf eine Temperatur von 150° erhitzte. Es bildeten sich neben gut entwickelten Rhomboederkristallen des Chabasits und dem ungelöst gebliebenen Pulver auch andere Neubildungen.

---

[1]) M. Lévy u. A. Lacroix, Min. de roches 1888, 303.
[2]) Bei G. vom Rath, Pogg. Ann. **122** (1876).
[3]) F. Rinne, l. c.
[4]) E. Jannettaz, Bull. Soc. min. **15**, 133—141 (1892). Vgl. auch C. R. **114**, 1352—1355 (1892).
[5]) P. E. W. Öberg, Vet. Ak. Öfv. Nr. 8, 43 (1885). Ref. Z. Kryst. **14**, 623 (1888).
[6]) H. Deville, C. R. **54**, 324 (1862); Journ. prakt. Chem. **87**, 297.
[7]) C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 118—139.

2. Durch Auflösung und Umkristallisierung in flüssiger Kohlensäure bei 30°. Feines Chabasitpulver wurde im oben beschriebenen Rohre bei 25° durch ca. 21 Tage mit flüssiger Kohlensäure behandelt. Als Produkt entstanden neben dem ungelöst gebliebenen Chabasitpulver kleine Rhomboeder dieses Zeoliths.

3. Auf direktem Wege entsteht der Chabasit, wenn frisch gefällte Kieselsäure mit frisch gefällter Tonerde und Kalkhydrat in kohlensäurehaltigem Wasser in einer Eisenröhre durch längere Zeit bei 200° erhitzt werden. Es entstehen kleine, aber deutliche Rhomboeder von Chabasit.

Chabasit wurde von C. Doelter auf künstlichem Wege auch als Nebenprodukt bei anderen Reaktionen erhalten. Wird Okenit mit Ammoniumchlorid und Natriumcarbonat in CO_2-haltigem Wasser in einer geschlossenen Röhre bei 220° behandelt, so entsteht neben dem Analcim und Apophyllit auch der Chabasit in Form kleiner Rhomboeder. Chabasit entstand auch, als feingepulverter Anorthit mit frisch gefällter Kieselsäure in kohlensaurem Wasser im geschlossenen Gefäße durch 14 Tage auf 200° erhitzt wurde. Es bildeten sich neben deutlichen Heulandittafeln auch Kristalle von rhomboedrischen Durchschnitten, die mit dem Chabasit Ähnlichkeit hatten.

R. Gans[1]) löste 20 g Kieselsäurehydrat (entsprechend der Formel $SiO_2 + 1\,H_2O$) in Natronlauge und mengte es mit 9,5 g Tonerdehydrat $Al_2(OH)_6$, die ebenfalls in Natronlauge gelöst waren. Es entstand ein Produkt, dessen Zusammensetzung durch das Verhältnis

$$SiO_2 : Al_2O_3 = 232:102 \text{ und}$$
$$Al_2O_3 : Na_2O = 102:62$$

entsprechend der idealen Zusammensetzung des Natronchabasits:

$$4\,SiO_2 . Al_2O_3 . Na_2O . 6\,H_2O$$

gekennzeichnet ist. Das entstandene getrocknete feine und lockere Produkt ergab folgende prozentische Zusammensetzung:

Na_2O	11,58
Al_2O_3	18,95
SiO_2	43,00
H_2O	25,80
	99,33

Über die künstliche Umwandlung dieses Silicats vgl. unten S. 118.

Umwandlung des Chabasits.

a) Auf künstlichem Wege.

Die Zahl der auf künstlichem Wege dargestellten Umwandlungsprodukte des Chabasits ist eine überaus große. Sind doch die ersten Versuche über den Basenaustausch der Zeolithe am Chabasit durchgeführt worden. Es sollen in diesem Abschnitte die wichtigsten dieser Untersuchungen in systematischer

[1]) R. Gans, Jahrb. d. kgl. preuß. geol. Landesanst. **27**, 63—94, (1906).

Weise besprochen werden und zwar nach der Zusammensetzung der erhaltenen Derivate.

Die *Natriumchabasite* sind in historischer Hinsicht die ersten, welche auf künstlichem Wege dargestellt wurden. Durch die Versuche von Way[1]) angeregt, ließ H. Eichhorn[2]) auf einen Chabasit von unbekanntem Fundort, dessen Zusammensetzung in (*1*) angegeben ist, Natriumchlorid einwirken. Es wurden hierbei 4 g des Chabasits durch 10 Tage mit einer einprozentigen Natriumchloridlösung (4 g in 400 ccm H_2O) digeriert. In Lösung ging der Kalk, während Tonerde und Kieselsäure unberührt blieben. Das entstandene Produkt hatte die Zusammensetzung unter (*2*).

Das Natriumderivat des Chabasits erhielt H. Eichhorn auch durch Behandlung desselben Chabasits durch 21 Tage mit einer 4 $^0/_0$igen Natriumcarbonatlösung (20 g in 500 ccm H_2O). Bei dieser Reaktion ging in Lösung neben dem Kalk auch Tonerde und Kieselsäure. Das veränderte Mineral führte auch eine geringe Menge $CaCO_3$, welche durch Lösung in Essigsäure entfernt wurde, wobei aber wiederum etwas SiO_2 und Al_2O_3 mitgerissen wurden. Das Produkt wies die Zusammensetzung unter (*3*) auf.

	1.	*2.*	*3.*
Na_2O	0,42	5,40	6,86
K_2O	0,65	0,64	
CaO	10,37	6,65	5,64
Al_2O_3	20,69	21,04	20,76
SiO_2	47,14	48,31	48,39
H_2O	20,18	18,33	18,46
	99,45[3])	100,37	100,11

1.—*3.* H. Eichhorn, Pogg. Ann. **105**, 126—133 (1858).

Eine stattliche Anzahl erreichen die von J. Lemberg dargestellten Natriumabkömmlinge des Chabasits. Die meisten von diesen wurden von ihm auf dem Umwege durch andere Abkömmlinge erhalten. Aus dem Rübendörfler (Außiger) Chabasit (vgl. An. 41 Analysenzusammenstellung S. 79) erhielt er zunächst den Kali- und Kalkchabasit (*15*, *16*), welch letzteren er durch Digestion mit NaCl-Lösung in 6 Tagen in den Natronchabasit überführte. Das gebildete Silicat hatte die Zusammensetzung (*4*).

Auf analoge Weise erhielt J. Lemberg den Na-Chabasit (*5*) aus einem Kalichabasit, der aus dem Außiger Chabasit dargestellt wurde, und sich durch Behandlung mit Na_2CO_3-Lösung bei 100° in das Natriumsilicat überführen ließ. — Das Silicat (*7*) erhielt derselbe Autor durch Digestion des aus dem Chabasit von Oberstein (*6*) erhaltenen Kalichabasits mit einer NaCl-Lösung durch 3 Wochen bei 100°. Fast das gesamte Kalium des Kaliderivats (*19*) wurde gegen Natrium ausgetauscht. In das Silicat konnte noch weiter Na eingeführt werden, indem es bei einer auf 210—220° erhöhten Temperatur durch 317 Stunden mit NaCl-Lösung behandelt wurde. Es entstand das Produkt (*8*). Bei der Reaktion erlitten die ursprünglich eckigen Stücke des Natriumchabasits eine bemerkenswerte Abrundung.

[1]) Way, Journ. of the Roy. Agricultur Soc. of England 1850, 1852.
[2]) H. Eichhorn, Pogg. Ann. **105**, 126—133 (1858).
[3]) Im Original ist die Summe 99,75 angegeben.

	4.	5.	6.	7.	8.
Na_2O . . .	11,37	11,74	0,61	10,80	12,96
K_2O	—	—	1,34	0,22	—
CaO	—	—	9,15	—	—
Al_2O_3 . . .	19,90	19,31	18,29	18,26	21,00
SiO_2	50,59	48,84	49,00	50,40	56,79
H_2O	18,14	20,11	21,93	20,32	9,25
	100,00	100,00	100,32	100,00	100,00

4. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 519 (1876).
5. Derselbe, ebenda **37**, 959 (1885). Als Ausgangsprodukt diente der Chabasit von Außig; dessen Zusammensetzung vgl. in der Analysenzusammenstellung unter Nr. 35.
6. Chabasit von Oberstein; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 959 (1885). Ausgangsprodukt für die Abkömmlinge *7, 8, 19, 20.*
7. J. Lemberg, ebenda.
8. Derselbe, ebenda.

Aus dem Seebachit von Richmond, dessen Zusammensetzung durch die Analyse Nr. 8 in der vorangeschickten Analysenzusammenstellung gegeben ist, stellte J. Lemberg ebenfalls auf dem Umwege durch den Kaliseebachit das Natronglied dar durch Einwirkung von NaCl-Lösung bei 100° auf das letztgenannte Kaliumsilicat. Es entstand das Produkt Nr. *9.*

Auf demselben Wege wurde der Natriumherschelit dargestellt. Als Ausgangsmaterial diente der Herschelit von Aci reale (vgl. Analysenzusammenstellung S. 75, Nr. 6), welcher zunächst in den Kaliherschelit und dieser durch Digestion mit einer NaCl-Lösung bei 100° durch 18 Tage hindurch in den Na-Herschelit Nr. *10* übergeführt wurde.

Den Spuren J. Lembergs folgte St. J. Thugutt,[1]) der aus dem Chabasit von Nalsö (Färöer) zunächst das Kaliderivat und aus diesem den Natronchabasit dargestellt hat. Es wurden 6,2 g des Kalichabasits auf dem Dampfbade mit 300 ccm 24%ige NaCl-Lösung durch 7 Tage (wobei die Lösung mehrmals erneuert wurde) erhitzt. Das Silicat tauschte das Kalium vollständig gegen Na um. Die Zusammensetzung des Produkts gibt die Analyse Nr. *11* an. Es fällt bei diesem die fast vollkommene Identität mit dem von J. Lemberg aus dem Außiger Chabasit erhaltenen Natriumderivat auf.

	9.	10.	11.
Na_2O	12,89	12,50	11,80
Al_2O_3	21,27	21,28	19,76
SiO_2	45,44	45,68	48,34
H_2O	20,40	20,54	20,10
	100,00	100,00	100,00

9. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 959 (1885).
10. Derselbe, ebenda.
11. St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 113 (1892).

Doch scheint das Natrium im Verhältnisse zu Kalium eine wesentlich geringere Neigung zu haben, sich mit Kalksilicaten zu verbinden. Es weist darauf ein Versuch von J. Lemberg[2]) hin, der den Chabasit von Außig

[1]) St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 113—150 (1892).
[2]) J. Lemberg, l. c. **28**, 560 (1876).

durch 10 Tage mit einer dem $CaO + K_2O$-Gehalte äquivalenten Menge NaCl digerierte. Es entstand ein alkaliarmes Silicat von der Zusammensetzung:

	10b.
Na_2O	2,65
K_2O	1,03
CaO	8,52
Al_2O_3	19,60
SiO_2	47,60
H_2O	18,55
	97,95[1]

10b. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 560 (1879).

Endlich wurde das Natriumderivat des Chabasits von H. C. Mc Neil[2]) aus dem kieselsäurereichen Chabasit von Wassons Bluff (vgl. Analysenzusammenstellung Nr. 89, S. 83) durch Behandlung mit einer Schmelze von NaCl dargestellt. Nach dem Auslaugen mit Wasser erhielt er die Silicate, deren Zusammensetzung die Analysen *12* und *14* angeben.

	12.	*13.*	*14.*
Na_2O	17,42	18,85 (Na₂O + CaO)	17,33
CaO	1,52		1,36
Al_2O_3	20,36	20,67	20,16
SiO_2	54,77	54,90	55,40
H_2O	0,28	—	—
Cl	6,92	7,10	6,69
	101,27	101,52	100,94
$O=Cl_2$	1,56	1,52	1,51
	99,71	100,00	99,43

12. und *14.* H. C. Mc. Neil, Am. Journ. Chem. Soc. **28**, 590 (1906).

Die Molekularverhältnisse dieses Na-Chabasits berechnete F. W. Clarke[3]) zu

$$R_{674}Al_{438}Si_{1000}O_{2892}Cl_{202}$$

und seiner Struktur gibt er folgende Gestalt:

$$Al\begin{cases}Cl\\ Si_3O_8\equiv Na_3\\ Si_3O_8\equiv Al\end{cases} + Al\begin{cases}Cl\\ SiO_4\equiv Na_3\\ SiO_4\equiv Al\end{cases}.$$

Die einzelnen Silicate sind im Verhältnisse 5 : 3 vertreten, so daß die Formel des Na-Chabasits lauten müßte:

$$5\,Al_2Na_3(Si_3O_8)_2Cl$$
$$3\,Al_2Na_3(SiO_4)_2Cl.$$

Aus dieser berechnen sich die theoretischen Zahlen die oben unter *13* angeführt sind und die mit der gefundenen gut übereinstimmen.

Mc Neil schreibt die Strukturformel des Derivats (*14*) in etwas abgeänderter Form:

---

[1]) Im Original ist die Summe 98,15 angegeben.
[2]) H. C. Mc Neil, Am. Journ. Chem. Soc. **28**, 590 (1906).
[3]) F. W. Clarke, Z. anorg. Chem. **46**, 197 (1905); Proceed. of the Washington Acad. of Sc. **7**, 257 (1905).

$$\begin{array}{l} \mathrm{Al}\begin{cases} X = H_2(AlO_2H_2) \\ X = Al \\ X = R \end{cases} \\ \quad\;\; | \\ \quad\;\; R \\ \quad\;\; | \\ \mathrm{Al}\begin{cases} X = R \\ X = Al \\ X = H_2(AlO_2H_2) \end{cases} \end{array}$$

in dieser ist $X = SiO_4$ bzw. Si_3O_8.

Kalichabasite wurden hauptsächlich von J. Lemberg und St. J. Thugutt dargestellt. J. Lemberg erhielt einen Kalichabasit durch Digestion des Rübendörfler Chabasits mit einer Kaliumchloridlösung durch 5 Tage (*15*). Ferner wurden 3 g des Chabasits durch 10 Tage bei 100° mit einer dem Kalk äquivalenten Menge KCl digeriert. Es entstand ein verhältnismäßig kalireiches Silicat (*16*), welches im Vergleiche mit dem unter (*10b*) dargestellten Na-Derivate auf die Tatsache hinweist, daß das Kalium eine bedeutend größere Neigung besitzt, sich mit den Kalksilicaten zu verbinden als das Natrium.

Durch Digestion des Chabasits von Außig (An.-Zus. S. 78, Nr. 35) mit KCl-Lösung durch einen Monat bei 100° entstand das Kalisilicat (*17*). Dieses ist mit dem durch Behandlung mit einer 15%igen K_2CO_3-Lösung durch 100 Stunden bei 200° aus demselben Chabasit dargestellten Kalisilicat identisch (*18*). Bei der letzten Reaktion ging ein wenig SiO_2 in die K_2CO_3-Lösung über.

	15.	*16.*	*17.*	*18.*
Na_2O	0,21	—	—	—
K_2O	16,86	8,69	17,00	17,16
CaO	—	5,51	—	—
Al_2O_3	19,17	19,51	18,99	18,87
SiO_2	48,77	47,08	47,60	47,11
H_2O	14,99	19,21	16,41	16,86
	100,00	100,00	100,00	100,00

15. u. *16.* J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 556ff. (1876).
17. u. *18.* Derselbe, ebenda **37**, 973ff. (1885).

Aus dem Chabasit von Oberstein (An. *6*) entstand der Kalichabasit, indem man das natürliche Silicat durch einen Monat mit KCl-Lösung behandelt hat (*19*). Dieses Silicat wurde durch Behandlung mit NaCl-Lösung in zweifacher Weise in das Na-Derivat übergeführt und aus diesem letzterem wiederum durch Erhitzen auf 100° mit KCl-Lösung in 10 Tagen in das Kaliderivat umgebildet (*20*).

	19.	*20.*
K_2O . . .	15,67	19,66
Al_2O_3 . . .	17,76	21,12
SiO_2 . . .	49,87	58,28
H_2O . . .	16,70	0,94
	100,00	100,00

19. u. *20.* J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 976 (1885).

Analog wie beim Natronderivat führte J. Lemberg auch den Seebachit von Richmond (An.-Zus. S. 75, Nr. 9) in den Kaliseebachit über. Zu diesem Zwecke wurde das natürliche Mineral zunächst durch 2 Monate bei

100° mit KCl-Lösung behandelt. Es entstand das Silicat (*21*). Dasselbe Silicat entsteht, wenn man den Seebachit durch 170 Stunden bei einer Temperatur von 200—210° mit einer 8%igen Lösung von K_2CO_3 und 15%igen KCl-Lösung digerierte (*22*). Das entstandene Produkt ist inhomogen, indem das Pulver sich zu einem Teile in Kristallsäulen umwandelt, die nach J. Lembergs Vermutung einem wasserärmeren Silicat angehören.

Ebenso ging der Herschelit von Aci reale (An.-Zus. S. 77, Nr. 26) nach Digestion mit KCl-Lösung durch einen Monat in Kaliherschelit über (*23*). Auch ein zweiter Herschelit von Aci reale (An.-Zus. S. 75, Nr. 6) lieferte das Kaliumderivat nach Erhitzen bei 100° mit KCl-Lösung durch einen Monat (*24*). Durch Behandlung des natürlichen Herschelits mit 8%iger K_2CO_3 und 15%iger KCl-Lösung bei 210—220° entstand in 150 Stunden ein Silicat, welches in kleinen Säulen kristallisiert und eine analoge chemische Zusammensetzung (*25*) aufweist, wie das durch das gleiche Behandeln des Seebachits erhaltene Silicat.

	21.	*22.*	*23.*	*24.*	*25.*
Na_2O	—	—	0,30	—	—
K_2O	18,85	18,65	18,10	18,67	19,55
Al_2O_3	20,43	20,49	20,07	20,41	21,96
SiO_2	43,75	44,21	45,41	44,08	46,34
H_2O	16,96	16,65	16,12	16,84	12,15
	99,99[1]	100,00	100,00	100,00	100,00

21. u. *22.* J. Lemberg, l. c. **37**, 978 (1885).
23. Derselbe, l. c. **28**, 585 (1876).
24. u. *25.* Derselbe, l. c. **37**, 979 (1885).

St. J. Thugutt[2]) erhielt aus dem Chabasit von Nalsö den Kalichabasit, indem er 13 g desselben durch 3 Tage auf dem Dampfbade mit 300 ccm KCl-Lösung behandelte und dann noch mit 140 ccm gesättigter KCl-Lösung 48 Stunden lang bei 185—205° erhitzt hat. Es entstanden eckige, doppelbrechende Körner von der folgenden Zusammensetzung (*26*).

	26.
K_2O	17,31
Al_2O_3	18,95
SiO_2	47,04
H_2O	16,70
	100,00

In physikalisch-chemischer Hinsicht untersuchte den Kalichabasit E. Löwenstein.[3]) Er stellte denselben aus dem natürlichen Chabasit durch Behandlung mit einer 10%igen KCl-Lösung durch ca. 100 Stunden bei 100° dar. Die Untersuchung des Wassergehalts ergab das Resultat, daß derselbe geringer ist (18,37% H_2O gegen 22,22%) als der des natürlichen Minerals und auch die Bestimmung der Dampfspannung zeitigte das Ergebnis, daß dieselbe auch bei den Substitutionsprodukten bei der Wasserentziehung kontinuierlich abnimmt. In der folgenden Tabelle ist das Resultat zusammengefaßt.

[1]) Im Original ist die Summe 100,00 angegeben.
[2]) St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 138 (1892).
[3]) E. Löwenstein, Z. anorg. Chem. **63**, 80 (1909).

Konzentr. d. H_2SO_4-Lösung in % H_2SO_4	Zeit in Tagen	Gewichtsverlust in % H_2O	in g-Mol. H_2O.
10	1	0,24	0,08
20	1	0,43	0,14
30	2	0,82	0,27
40	2	1,16	0,38
50	5	2,19	0,72
60	5	3,54	1,16
70	5	4,74	1,56
80	10	6,79	2,23
90	20	9,36	3,07
97	20	9,58	3,14

Weitere Alkaliderivate des Chabasits. Glieder der Chabasitreihe erhielt J. Lemberg[1]) aus dem geschmolzenen Natrolith von Leipa, durch eine einjährige Behandlung mit 20%iger K_2CO_3-Lösung bei 100° und durch Einwirkung auf das letzterhaltene Kalisilicat mit einer NaCl-Lösung bei 100° in zehn Tagen das entsprechende Na-Glied.

Der geschmolzene Spodumen von Norwich lieferte durch viermonatliche Behandlung mit einer 20%igen K_2CO_3-Lösung bei 100° ein Kalisilicat der Chabasitreihe, welches sich in zehn Tagen nach Behandlung mit NaCl-Lösung bei 100° in ein wenig kalihaltiges Na-Silicat überführen ließ.

In analoger Weise verhalten sich Andesin, Labrador, Jadeit, Analcim, welche, bei 100° mit K_2CO_3-Lösung digeriert, Kalisilicate liefern, deren Wassergehalt ungefähr 16% beträgt und die sich nach Behandlung mit NaCl-Lösungen bei 100° in die entsprechenden Na-Silicate umwandeln, deren Wassergehalt etwa 20% erreicht.

J. Lemberg gelang es auch, das sauerste Glied der Chabasitreihe darzustellen, indem er auf den geschmolzenen Albit von Kisch bzw. Na-Desmin durch acht Tage mit einer Lösung von 14 Teilen $Na_2O . 2SiO_2$ in 50 Teilen H_2O bei 100° erhitzte. Aus diesen Versuchen folgt die Formel des sauersten Gliedes der Chabasitreihe

$$K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2 . 6H_2O,$$

deren Wassergehalt 16,26% beträgt und die Formel der entsprechenden Kalkverbindung

$$CaO . Al_2O_3 . 6SiO_2 . 8H_2O,$$

welche 21,75% H_2O beansprucht. Die Frage nach der Formel der Natriumverbindung blieb insofern unentschieden, als es J. Lemberg zweifelhaft erschien, ob man dieser 8 oder 9 Mol H_2O zuschreiben soll.

Die Darstellung des basischen Endgliedes der Chabasitreihe gelang J. Lemberg nicht, da die Reaktionen zu langsam verliefen. Zwar entstanden bei den Umsetzungen (aus Kaolin) Silicate, deren Wassergehalt dem der basischen Glieder der Chabasitreihe entspricht, jedoch lassen sich die neugebildeten Produkte nur mit Schwierigkeit in Analcim bzw. Leucit überführen.

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 582 (1887).

Magnesiumchabasit. J. Lemberg[1]) erhielt einen solchen durch 12stündige Erhitzung des Chabasits von Außig (vgl. Analysenzusammenst. S. 82 Nr. 75) in einer zugeschmolzenen Röhre bei 180° mit schwefelsaurer Magnesialösung. Es entstanden die Produkte Nr. *27* u. *28*. Außerdem führte derselbe Verfasser[2]) in den Kalichabasit MgO ein. Er ließ auf das aus dem Chabasit durch Einwirken einer KCl-Lösung dargestellte K-Silicat durch 14 Tage lang eine $MgCl_2$-Lösung einwirken, und erhielt das Silicat Nr. *29*. Das eingeführte MgO kann wiederum gegen Kalium ausgetauscht werden in beinahe äquivalenter Menge. J. Lemberg ließ auf eine gewogene Menge des Magnesiumchabasits eine KCl-Lösung, in der KCl der Menge des MgO im Chabasit äquivalent war, durch 3 Tage bei 100° einwirken. In der Lösung fand sich nach dieser Zeit 0,0952 g K_2O, 0,0783 g MgO enthalten, also ein Äquivalent K_2O auf 0,93 Äquivalent MgO.

	27.	*28.*	*29.*
Na_2O	nicht	nicht	0,94
K_2O	bestimmt	bestimmt	6,94
MgO	3,67	3,70	3,48
CaO	4,20	4,00	—
Al_2O_3	19,36	18,00	18,61
SiO_2	49,34	48,02	49,75
H_2O	23,43	26,28	20,28
	100,00	100,00	100,00

27. u. *28.* J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **22**, 354 (1870).
29. Derselbe, ebenda **29**, 484 (1877).

Bariumchabasite wurden mehrfach dargestellt. J. Lemberg[3]) ließ auf den Chabasit von Außig (vgl. An.-Zus. S. 79 Nr. 41), durch 5 Monate eine Lösung von Bariumchlorid einwirken. Es entstand das Silicat Nr. *30*. Aus dem natürlichen Chabasit von den Faröern stellte er[4]) durch Behandlung mit KCl-Lösung den Kalichabasit dar, welcher nach 144stündiger Digestion mit $BaCl_2$-Lösung bei 210° in das Ba-Silicat Nr. *31* überging.

Die J. Lembergschen Experimente über die Darstellung des Bariumderivats werfen ein Licht auf die Entstehungsbedingungen des Harmotoms und des Chabasits deren Zusammensetzung nach J. Lemberg manchmal auf die allgemeine Formel $RO . Al_2O_3 . 5SiO_2 . H_2O$ zurückgeführt werden kann. Die Chabasite können aus Gewässern entstehen, die Harmotom bilden, wenn Kalk hinzutritt.

Durch Schmelzung des Chabasits von Wassons Bluff mit Bariumchlorid erhielt H. C. Mc Neil[5]) die Bariumderivate. Das entstandene Schmelzprodukt war inhomogen, indem die Schmelze beim Auslaugen ein glasiges (Nr. *32*) und ein flockiges Produkt (*33*) ergab, welche mechanisch getrennt und gesondert analysiert wurden. Ein zweiter Versuch ergab nur ein glasiges Produkt Nr. *34*.

---

[1]) J. Lemberg, l. c. **22**, 354 (1870).
[2]) Derselbe, l. c. **29**, 484 (1877).
[3]) Derselbe, l. c. **28**, 553 (1876).
[4]) Derselbe, l. c. **40**, 644 (1886).
[5]) Mc Neil bei F. W. Clarke, Z. anorg. Chem. **46**, 197 (1905); Proceed. of the Washington Acad. of Sc. **7**, 257 (1905). Vgl. ferner H. C. Mc Neil, Journ. Am. Chem. Soc. **28** 570–602 (1906).

	30.	31.	32.	33.	34.
K_2O	0,20	0,40	—	—	—
BaO	25,33	23,89	31,58	35,21	40,37
Al_2O_3	17,06	16,05	17,12	21,24	16,31
SiO_2	40,59	41,78	43,63	43,17	39,68
H_2O	16,82	17,88	—	—	—
Cl	—	—	9,53	0,55	5,44
	100,00	100,00	101,86	100,17	101,80
— O.			2,15	0,12	1,23
			99,71	100,05	100,57

Die empirischen Formeln der von H. C. Mc Neil dargestellten Ba-Silicate haben die Gestalt:

An. *32*. $Ba_{386}Al_{463}Si_{1000}O_{2793}Cl_{371}$,
An. *33*. $Ba_{337}Al_{582}Si_{1000}O_{3181}Cl_{21}$,
An. *34*. $Ba_{401}Al_{486}Si_{1000}O_{3014}Cl_{232}$.

Auffallend ist, daß die Produkte *32* und *33*, die nebeneinander gebildet wurden, das eine Cl-haltig, das andere fast Cl-frei ist. F. W. Clarke führt die Erscheinung auf eine Zersetzung des Moleküls zurück, eine Vermutung, die durch H. C. Mc Neil eine Bestätigung fand. Der letztere stellte im Waschwasser von *32* 15,85 % SiO_2 + 13,10 % Al_2O_3 des ursprünglichen Chabasits, im Waschwasser des Produktes *33* 20,3 % SiO_2 + 11,96 % Al_2O_3 fest.

Die Formel von *33* entspricht annähernd einer Verbindung

$$Ba_3Al_8(SiO_4)_4(Si_3O_8)_2 .$$

Die Chlormenge ist eingeschlossen. Zieht man diesen Stoff von der Analyse ab, so ergibt der Rest Zahlen, die der theoretischen Zusammensetzung genau entsprechen.

Die Formel des glasigen Produktes entspricht annähernd der Verbindung:

$$Al_4Ba_3(Si_3O_8)_4Cl_2 + Al_4Ba_3(SiO_4)_4Cl_2 ,$$

und die Strukturformel, welche Mc Neil angibt, hat die Gestalt:

```
   /Cl
Al<-SiO4Al
   \SiO4Ba
    |
    Ba
    |
   /Si3O8Ba
Al<- Si3O8Al
   \Cl
```

Aus dem Ba-Derivat Nr. *30* stellte J. Lemberg[1]) durch 15tägige Einwirkung von $CaCl_2$-Lösung ein Silicat dar, in dem ein Teil des Bariums durch Ca ersetzt wurde (*35*). Der Kalichabasit (Nr. *15*) ging durch analoge Behandlung in 20 Tagen in das Silicat (*36*) über. Der Ammoniumchabasit (vgl. unten S. 120) tauschte nach Behandlung mit $CaCl_2$-Lösung bei 100° in 5 Tagen den gesamten NH_3-Gehalt gegen CaO aus (*37*).

[1]) J. Lemberg, l. c. **28**, 556 u. ff. (1876).

R. Gans[1]) führte das von ihm synthetisch erhaltene Silicat von der Zusammensetzung des Chabasits in ein Calciumaluminatsilicat über. Es wurden 9,27 % CaO aufgenommen und gegen Na_2O ausgetauscht (*38*).

	35.	*36.*	*37.*	*38.*
Na_2O	—	—	—	2,03
K_2O	—	2,13	—	—
CaO	5,71	10,45	10,50	9,27
BaO	10,70	—	—	—
Al_2O_3	19,57	19,33	19,90	18,48
SiO_2	46,49	49,86	49,30	42,00
H_2O	17,23	18,23	20,30	27,70
	100,00	100,00	100,00	99,48

Die Dampfspannung des künstlich dargestellten Ca-Chabasits wurde von E. Löwenstein[2]) untersucht. Es wurden folgende Zahlen gefunden.

Konzentr. d. H_2SO_4-Lösung in % H_2SO_4	Zeit in Tagen	Gewichtsverlust in % H_2O	Gewichtsverlust in g-Mol. H_2O
10	2	0,23	0,07
20	2	0,42	0,13
30	3	0,72	0,22
40	3	0,85	0,26
50	6	1,01	0,31
60	6	1,76	0,54
70	10	3,02	0,93
80	20	4,85	1,49
90	30	7,00	2,15
97	30	7,35	2,26

Silber- Thallium-, Kupferchabasite. Die ersten beiden Salze wurden von G. Steiger[3]) dargestellt, die Austauschfähigkeit gegen Kupfer hat I. Zoch[4]) nachgewiesen.

Der Silberchabasit wurde dargestellt durch Erhitzen des natürlichen Chabasits von Wassons Bluff auf 250—290° durch 24 Stunden in einer geschlossenen Röhre mit der vierfachen Menge Silbernitrat. Es entstand das Produkt *39*. Auch aus dem Ammoniumchabasit wurde durch sechsstündiges Erhitzen bei 300° im offenen Rohre das Hg-Derivat erhalten (*40*). Die Zusammensetzung der Silicate ist gegeben durch das Verhältnis:

$$19Ag_2O \,.\, 1Na_2O \,.\, 20Al_2O_3 \,.\, 100SiO_2 \,.\, 42H_2O.$$

F. W. Clarke[5]) schreibt die Formel des Ag-Chabasits folgendermaßen:

$$3Al_2Ag_3(Si_3O_8)_2 \,.\, NO_3\,,$$
$$1Al_2Ag_3(SiO_4)_2 \,.\, NO_3\,.$$

[1]) R. Gans, l. c. **27**, 67 (1906).
[2]) E. Löwenstein, l. c.
[3]) G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. **262**, 75 (1895); vgl. ferner Am. Journ. [4] **13**, 464 (1902).
[4]) I. Zoch, Chemie der Erde **1** (1915).
[5]) F. W. Clarke, Z. anorg. Chem. **46**, 197 (1905).

Das Thalliumderivat wurde erhalten, indem der erwähnte Chabasit von Wassons Bluff durch 48 Stunden im geschlossenen Rohre bei 250—290° mit der vierfachen Menge $TlNO_3$ erhitzt wurde. Es entstand das Produkt *40.* Nach 67 Stunden Erhitzen unter denselben Bedingungen bildete sich das Silicat *42.*

	39.	*40.*	*41.*	*42.*
Na_2O . . .	0,40	—	0,28	0,35
Ag_2O . . .	39,63	28,95	—	—
Tl_2O . . .	—	—	51,58	52,11
CaO . . .	—	—	0,65	0,64
Al_2O_3 . . .	11,89	11,02	10,75	11,11
SiO_2 . . .	34,95	38,84	28,92	29,44
H_2O — . .	2,38	—	2,85	2,60
H_2O + . .	4,40	—	1,30	1,53
N_2O_5 . . .	6,64	—	3,54	2,50
	100,29	—	99,87	100,28
im Waschwasser:				
Al_2O_3	wenig	—	—	—
CaO . . .	7,75	—	—	7,09
Na_2O . . .	1,98	—	1,54	1,58

Das Thalliumderivat zeigt die Verhältnisse:

$$18Tl_2O . 2CaO . 1Na_2O . 22Al_2O_3 . 100SiO_2 . 15H_2O,$$

aus denen F. W. Clarke[1]) die empirische Formel:

$$\begin{array}{l} 3Al_2Tl_3(Si_3O_8)_2 . NO_3 \\ 1Al_3Tl_3(SiO_4)_3 \end{array}$$

ableitet.

I. Zoch (l. c.) stellte qualitative Versuche über die Aufnahme der Kupferchloridlösungen durch den Chabasit an. Durch die Aufnahme der Lösung färbte sich der Chabasit blaugrün, nahm Kupfer auf, gab dagegen an die Lösung Calcium ab, welches nach Fällung des Kupfers mit Ammoniumoxalat gefällt wurde. „Das gut ausgewaschene Chabasitpulver gab auf dem Dampfbade während mehrerer Tage an destilliertes Wasser kein Kupfer mehr ab, auch blieb das Wasser farblos". Dagegen entfärbte sich das Pulver, als die Verf. auf dem Dampfbade auf dasselbe einen Tag lang eine 10%ige Chlorammoniumlösung einwirken ließ. In der Lösung wurde Cu nachgewiesen, ein Beweis, daß ein Basenaustausch eingetreten ist.

Ammoniumchabasite. Über den Austausch des Ca durch Ammonium stellte H. Eichhorn[2]) mehrere Versuche an. So wurden 15 g des Chabasits (An. *1*, S. 110) durch 21 Tage mit einer 2%igen Chlorammoniumlösung (10 g NH_4Cl in 500 ccm H_2O) behandelt. Es entstand das Silicat *43.* Eine andere Chabasitmenge wurde nur durch 10 Tage denselben Bedingungen unterworfen und lieferte das Silicat *44.* Eine analoge Zusammensetzung weist das Produkt *45* auf, welches durch Behandlung von 15 g Chabasit mit einer 2%igen (10 g in 500 ccm H_2O) Ammoniumcarbonatlösung in 21 Tagen erhalten wurde. In der Lösung konnte weder SiO_2 noch Al_2O_3 nachgewiesen

[1]) F. W. Clarke, Z. anorg. Chem. **46**, 197 (1905).
[2]) H. Eichhorn, Pogg. Ann. **105**, 126—133 (1858).

werden. Das Mineral führte aber $CaCO_3$, welches durch Auflösen in Essigsäure entfernt wurde. Dadurch ging ein Teil der Kieselsäure und der Tonerde in Lösung.

Auf analoge Weise erhielt J. Lemberg[1]) den Ammoniumchabasit, indem er auf natürlichen Chabasit durch 7 Tage eine Salmiaklösung bei 100° einwirken ließ (*46*).

	43.	*44.*	*45.*	*46.*
K_2O	0,61[2])	—[3])	0,87[2])	0,40
Na_2O				—
CaO	4,15	6,69	5,63	0,17
Al_2O_3	22,17	21,10	21,26	21,79
SiO_2	51,26	50,38	50,61	53,86
$(NH_4)_2O$	6,94	3,33	5,91	6,54[4])
H_2O	14,87	18,50[3])	15,72	17,24
	100,00	100,00	100,00	100,00

H. Eichhorn[5]) stellte auch Versuche über die Ammoniakaufnahme in etwas anderer Form an. Er ließ auf 10 g des gepulverten Chabasits 50 ccm Chlorammoniumlösung, von bekanntem NH_3-Gehalt, durch 10 Tage einwirken. Nach dieser Zeit wurde die überschüssige Lösung vom Bodenkörper abfiltriert und ihr Gehalt an Ammoniak titrimetrisch bestimmt. Hierbei wurde der bei 100—110° vorgefundene H_2O-Gehalt des Minerals der einwirkenden Lösung hinzugerechnet. Er fand in 5 ccm der verwendeten Lösung 20,45 ccm Stickgas, entsprechend 47,56 mg Ammoniumoxyd. Nachdem die Lösung abfiltriert wurde, betrug ihr Stickstoffgehalt 8,44 ccm, das ist 19,75 mg Ammoniumoxyd. Es wurden demnach 0,2781 g Ammoniumoxyd absorbiert. Die Absorptionsfähigkeit sinkt in bedeutendem Maße, wenn zur Reaktion wasserfreies Material verwendet wird. 5 g geglühten Chabasits wurden mit 25 ccm Chlorammoniumlösung durch 10 Tage behandelt. Die Lösung enthielt ursprünglich 20,30 ccm Stickgas = 47,5 mg Ammoniumoxyd. Vor dem Versuche enthielten 25 ccm der Lösung 0,2393 g Ammoniumoxyd und nach dem Versuche 0,2375 g desselben. Es wurden demnach 0,0018 g Ammoniumoxyd absorbiert.

In ähnlicher Weise führte R. Gans[6]) Bestimmungen über die Aufnahme des Stickstoffs durch Chabasit aus. Er ließ auf den Chabasit 100 ccm einer wäßrigen Knopschen Chlorammoniumlösung einwirken und fand, daß 5 g Chabasit 0,0690 g Stickstoff aus der Lösung aufnahmen und 0,1382 g Kalk abgegeben haben. Die gegen Kalk ausgetauschte Menge des Stickstoffs in Proz. des gesamten ausgetauschten Stickstoff betrug in diesem Falle 100%. Die Absorptionsfähigkeit des Chabasits scheint unter den Zeolithen die höchste zu sein. Eine konz. Ammoniumchloridlösung entnahm hingegen dem Chabasit nur 78% seines Kalkgehaltes.

In Übereinstimmung mit R. Gans fand auch Ilse Zoch (l. c.), daß im Vergleiche zu anderen Zeolithen der Chabasit die größte Menge Ammonium aufnimmt. Sie ließ auf 5,0006 g Chabasit bei einer Temperatur von 50° eine

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 585 (1876).
[2]) Aus der Differenz bestimmt.
[3]) Alkalien sind in der Zahl für H_2O mit enthalten.
[4]) Als NH_3 angegeben.
[5]) H. Eichhorn, Landwirtsch. Jahrb. **4**, 1—31 (1875).
[6]) R. Gans, J. preuß. geol. L.A. **26**, 179—211 (1905).

Chlorammoniumlösung einwirken. Der Anfangsgehalt der 50 ccm Lösung betrug 0,2103 g Stickstoff, entsprechend 15,009 Millimol, der Endgehalt der Lösung war hingegen 0,1051 g Stickstoff entsprechend 7,500 Millimol. Der Austausch betrug 0,1052 g Stickstoff, das ist 7,509 Millimol. Es wurde demnach etwa die Hälfte der ganzen ursprünglichen Stickstoffmenge aufgenommen.

Stickstoff wird vom Chabasit auch aus phosphorsaurem Ammoniak entnommen. Nach einem Versuche von H. Eichhorn (l. c.) enthielt eine schwach saure Ammoniumphosphatlösung in 5 ccm 23,38 ccm Stickgas = 54,37 mg Ammoniumoxyd und in 10 ccm 0,1636 g Phosphorsäure. Mit 50 ccm dieser Lösung wurden 10 g Chabasit durch 10 Tage digeriert. Nach dem Abfiltrieren wurden in 5 ccm der einwirkenden Lösung 3,15 ccm Stickgas = 7,38 mg Ammoniumoxyd und 0,01369 g Phosphorsäure vorgefunden. Es wurden demnach 0,4699 g Ammoniumoxyd und 0,6761 g Phosphorsäure absorbiert. In diesem Falle ist die Absorption bedeutend stärker als aus dem Chlorammonium. Eine Erklärung hierfür ist darin zu suchen, daß im letzteren Falle der aus dem Chabasit austretende Kalk mit der Säure eine lösliche Verbindung eingeht und infolgedessen die vor sich gehende Bildung von Chlorcalcium der Aufnahme des NH_3 durch den Chabasit eine Grenze setzt. Anders bei der Absorption des Ammoniaks aus der phosphorsauren Verbindung. Hier scheidet der Kalk aus der Lösung aus und setzt daher der fortschreitenden Absorption kein Hindernis in den Weg.

Auf trockenem Wege stellte G. Steiger[1]) Ammoniumchabasite dar. Der Chabasit von Wassons Bluff wurde mit der vierfachen Menge trockenen Ammoniumchlorids in einem zugeschmolzenen Rohr bei 350° durch 5—6 Stunden erhitzt. Nach dem beendeten Versuch wurde die Schmelze mit Wasser ausgelaugt und der bei 40—50° getrocknete Rückstand analysiert. Das erhaltene Ammoniumderivat hatte folgende Zusammensetzung, in der das gesamte Alkali als Na berechnet wurde (*47, 48*).

	47.	*48.*	
Na_2O, K_2O	0,35	0,24	
CaO	2,25	2,01	
Al_2O_3	19,15	19,49	
SiO_2	55,88	56,09	
H_2O	16,57	16,01	
NH_3	4,64	4,83	entsprechend 7,39% $(NH_4)_2O$ und in diesem Falle ist H_2O = 13,45%
Cl	0,95	1,35	
	99,79	100,02	
– O	0,21	0,30	
	99,58	99,72	

Die empirische Formel des dargestellten Ammoniumchabasits hat bei Vernachlässigung des Wassergehaltes und 0,86% löslicher Kieselsäure folgende Gestalt:

$$R^I_{58}Ca_{141}Al_{340}Si_{832}O_{2344},$$

[1]) F. W. Clarke u. G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. **207**, 57 (1902); Z. anorg. Chem. **29**, 342—344; Am. Journ. [4] **13**, 27 (1902).

welche sich nach Vereinigung von Natrium mit Kalk folgendermaßen vereinfacht:

$$Ca_{170}Al_{340}(Si_3O_8)_{246}(SiO_4)_{94},$$

in der das Verhältnis der einzelnen Bestandteile (Si_3O_8 und SiO_4 vereinigt) 1 : 2 : 2 ist.

Für das zweite Produkt ergibt sich nach Vernachlässigung der Chlormenge die Molekularzusammensetzung:

$$(NH_4)_{284}Na_8Ca_{35}Al_{382}(Si_3O_8)_{266}(SiO_4)_{112},$$

welche sich durch analoge Zusammenfassung der Basen wie oben zur Formel

$$R^I_{362}Al_{382}X_{378} = 1 : 1 : 1$$

vereinfacht.

Weitere Umbildung der Chabasitderivate. Die Alkaliabkömmlinge des Chabasits lassen sich analog den Umwandlungsprodukten des geschmolzenen Analcims, in Analcim bzw. in Leucit zurückverwandeln. Es wurde[1]) Chabasit von Außig (vgl. An.-Zus. S. 78 Nr. 35) durch 100 Stunden bei 200° erhitzt und mit einer 10%igen Na_2CO_3-Lösung behandelt. Es entstand das Produkt *49.* Einer analogen Behandlung wurde der Na-Chabasit (An. *5,* S. 111) unterworfen und lieferte das Silicat *50.* Aus dem Kalichabasit (An. *17,* S. 113), der mit einer 5%igen Na_2CO_3- und 15%igen NaCl-Lösung in derselben Weise behandelt wurde, entstand das Derivat *51.* Bei allen diesen Reaktionen entstanden Glieder der Analcimreihe in Gestalt von runden Körnern.

	49.	*50.*	*51.*	*52.*
Na_2O	13,75	13,40	13,36	13,73
Al_2O_3	22,50	22,44	22,31	22,73
SiO_2	54,58	55,78	55,57	54,86
H_2O	9,17	8,38	8,46	8,68
	100,00	100,00	99,70[2])	100,00

Die Umwandlung des Chabasits in Analcim erfolgt auch bei niedrigen Temperaturen, jedoch ist die Dauer des Prozesses eine längere. Wird Na-Chabasit (An. *5,* S. 111) durch drei Monate mit einer 22%igen Na_2CO_3-Lösung bei 100° behandelt, so entsteht ebenfalls Analcim, dessen Zusammensetzung An. *52* angibt.

Bei der Umwandlung des Kalium-, Natrium- oder natürlichen Chabasits in Analcim vermittelst Natriumcarbonatlösungen geht stets ein Teil der Kieselsäure in Lösung über. J. Lemberg stellte daher Versuche mit neutral reagierenden Natriumlösungen an, bei deren Einwirkung keine Kieselsäureabspaltung stattfindet. Zu diesem Zwecke wurde das Na-Silicat An. *51* (dieser Seite) durch 348 Stunden bei einer Temperatur von 200—215° erhitzt. Es entstanden runde Körner, deren Zusammensetzung in An. *54* angegeben ist.

Die Umwandlungsreaktion Chabasit in Analcimsilicat findet demnach ebensogut in alkalisch als in neutral reagierenden Lösungen statt, unterscheidet sich aber in beiden Fällen in ihrer Geschwindigkeit. Die Dauer der Umwandlung in neutral reagierenden Lösungen kann erheblich verkürzt werden durch Anwendung von feinem Mineralpulver. Auch natürlicher sowie der

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 974 ff. (1885).
[2]) Im Original ist die Summe 100 angegeben.

Kalichabasit lassen sich durch NaCl-Lösungen in Analcim überführen, jedoch ist die Umwandlungsgeschwindigkeit eine bedeutend kleinere.

Bei der Umwandlung des Chabasits in Analcim ist die Gegenwart von Wasser unerläßlich. In der Trockne geht der Chabasit in Analcim nicht über.

Ein Silicat der Analcimreihe entstand auch nach J. Lemberg,[1]) indem er den Bariumchabasit (An. *31*, vgl. S. 115) mit einer gleichen Gewichtsmenge Analcim schmolz und das gebildete Glas bei 200—210° durch 426 Stunden mit Wasser behandelte. Das neu entstandene Silicat wies einen Gehalt von 13,10% H_2O auf, welche Menge nach einer weiteren analogen Behandlung durch 150 Stunden auf 13,25% stieg (An. *53*). Eine analoge Beobachtung konnte J. Lemberg auch am Seebachit von Richmond machen, der, im geschmolzenen Zustande bei 220—270° mit H_2O erhitzt, 10,14% H_2O aufnahm, welche Menge bei einer weiteren Erhitzung auf 210° durch 150 Stunden sich nicht veränderte.

	53.
Na_2O	6,37
BaO	12,20
Al_2O_3	19,71
SiO_2	48,47
H_2O	13,25
	100,00

Die aus dem Chabasit und dessen Abkömmlingen neugebildeten Analcimsilicate gehen durch Behandlung mit KCl-Lösungen in Leucit über. — So wurde das Silicat An. *49* (S. 122) durch 100 Stunden bei 210° und das Produkt *51* (S. 122) durch 20 Tage bei 100° mit KCl-Lösung erhitzt und lieferten Leucitsilicate deren Zusammensetzung die Analysen *55* (aus *49*) und *56* (aus *51*) angeben.

Auf analoge Weise ließ sich das durch Einwirkung neutral reagierender Na-Lösung aus dem Na-Silicate (*5*) erhaltene Analcimsilicat (*51*) durch 10tägige Digestion mit KCl-Lösung bei 100° in das Leucitsilicat *57* überführen.

	54.	*55.*	*56.*	*57.*
Na_2O	13,25	—	—	—
K_2O	—	20,84	20,19	20,25
Al_2O_3	22,10	23,05	22,57	22,18
SiO_2	56,11	55,08	56,33	56,56
H_2O	8,54	1,03	0,91	1,01
	100,00	100,00	100,00	100,00

In derselben Weise wie beim Chabasit lassen sich die aus dem Phakolith, Seebachit und Herschelit dargestellten Alkaliderivate in Analcimsilicate und dieses in Leucitsilicate überführen. So ging der Na-Phakolith, der aus dem Phakolith von Salesl (vgl. An. 53, S. 80) dargestellt wurde, nach 150stündiger Digestion mit NaCl-Lösung bei 210—220° in Analcim in Gestalt von runden Körnern über (An. *58*). Das Analcimsilicat ging nach 7 Tagen infolge der Einwirkung von KCl-Lösung bei 100° in Leucit Nr. *59* über. Aus dem Kaliseebachit (vgl. An. *21*, S. 114) entstand ein Analcimsilicat, nachdem er mit einer gemischten Lösung, in der 15% NaCl und 5% Na_2CO_3 vorhanden waren,

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 644 (1888).

durch 150 Stunden bei 200—210° digeriert wurde (An. *60* und *61*). Die runden Körner des Analcimsilicats wandelten sich durch Behandlung mit einer KCl-Lösung bei 200—215° innerhalb 100 Stunden in Leucit um (An. *62, 63*).

	58.	*59.*	*60.*	*61.*	*62.*	*63.*
Na_2O	—	19,57	14,98	14,98	—	—
K_2O	12,87	—	—	—	21,86	21,64
Al_2O_3	21,35	22,08	24,68	24,33	25,87	25,31
SiO_2	57,06	57,39	51,59	52,05	51,70	52,49
H_2O	8,72	0,96	8,75	8,64	0,57	0,56
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Die Analcimisierung des Seebachits erfolgt auch beim Einwirken von reinem H_2O. J. Lemberg konnte den Na-Seebachit durch Erhitzen auf 210—225° zum Teil in Analcim in Form von Würfeln umwandeln.

Durch Behandlung des Na-Herschelits (An. *10*, S. 111) mit einer Lösung aus 15% NaCl und 5% Na_2CO_3 bei 210–220° durch 170 Stunden entstand Analcimsilicat in runden Körnern (*64*). Dieser Analcim wurde durch Digestion mit KCl-Lösung in 75 Stunden bei 200—210° in das entsprechende Leucitsilicat übergeführt (*65*), welch letzteres durch Einwirkung von $NaCl_2$-Lösung bei 100° im Laufe von 10 Tagen in Analcim (*66*) zurückverwandelt wurde.

	64.	*65.*	*66.*
Na_2O	14,97	—	14,86
K_2O	—	21,57	—
Al_2O_3	24,52	25,20	24,44
SiO_2	51,96	52,74	52,16
H_2O	8,55	0,49	8,54
	100,00	100,00	100,00

Die Beobachtungen J. Lembergs fanden eine Bestätigung von St. J. Thugutt.[1]) Er hat den aus dem Chabasit von Nalsö dargestellten Kalichabasit (An. *26*, S. 114) (40 g) mit 2,55 g NaCl und 0,85 g Na_2CO_3 und 340 ccm H_2O bei 166—176° behandelt. Es entstanden 0,004 mm große, doppelbrechende Würfel von Analcim von folgender Zusammensetzung (An. *67*):

	67.
Na_2O	14,12
Al_2O_3	23,63
SiO_2	53,28
H_2O	8,97
	100,00

Umwandlung durch Schmelzen. C. Doelter[2]) erhielt durch Schmelzung und langsame Erstarrung aus dem Chabasit von Außig Anorthit. Die Schmelze ist kristallinisch und enthält ein wenig Glasmasse.

Der Phakolith von Böhmisch-Leipa lieferte beim Schmelzen eine vorwiegend kristallinische Schmelze, in der Anorthitleisten in Glasmasse eingebettet sind. Die Deutung dieses Resultates ist nach C. Doelter einfach,

[1]) St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 148 (1892).
[2]) C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 118—139.

wenn man annimmt, daß das Anorthitsilicat $CaAl_2Si_2O_8$ mit dem Albitsilicat gemengt auskristallisiert und die überschüssige Menge der Kieselsäure in Glasform erstarrt.

b) Natürliche Umwandlung.

Die Zahl der in der Natur beobachteten Umwandlungen des Chabasits ist ganz gering. Von umgewandelten Chabasiten liegen in der Literatur bisher nur zwei Analysen vor:

	1.	2.
δ	—	2,136–2,265
Na_2O	1,50	—
K_2O	1,47	2,39
MgO	—	3,96
CaO	5,78	8,42
FeO	—	8,03
Al_2O_3	19,16	12,35
SiO_2	47,29	56,83
H_2O	21,00	8,90
CO_2	3,20	—
	99,40	100,88

1. Teilweise zersetzter Chabasit, Vogelsgebirge; anal. G. Suckow, Verwitterung im Mineralreiche 1848, 149; zit. nach J. Roth, Chem. Geol. 1, 411 (1879).
2. „Haydenit“, umgewandelter Chabasit, auf Klüften im Hornblendegneis zu Jones Falls, Maryland Baltimore; anal. J. Silliman bei J. D. Dana, Mineralogy 1844, 526, 617.

Die Analyse von G. Suckow, welche einen verwitterten Chabasit betrifft, weist im Vergleiche zur Analyse des frischen Minerals vom selben Fundorte einen Abgang an Kalium und eine Zunahme von 3,90 % CaO auf.

G. Bischoff[1]) vermutet, daß die Verwitterung des Zeoliths in zwei Stadien vor sich ging, von denen das erste den Verdrängungsprozeß des Kaliums durch Kalk und das zweite die Umwandlung der Kalkerde in Calciumcarbonat umfaßt. Die Verdrängung der Alkalien durch Kalkerde soll durch Einwirkung von Calciumsulfat oder chloridhaltigem Wasser erfolgt sein.

Nach R. Brauns[2]) kann der Chabasit infolge Verwitterung in den Natrolith übergehen. C. R. van Hise[3]) formuliert die vor sich gehenden Reaktionen folgendermaßen:

$$Ca_3Al_6Si_{12}O_{36} \cdot 18H_2O + 2Al(OH)_3 + 4Na_2CO_3$$
$$= 4H_4Na_2Al_2Si_3O_{13} + 3CaCO_3 + CO_2 + 13H_2O + k.$$

Die Umwandlung erfolgt unter einer Volumvermehrung von 4,58 % und unter Neubildung von $CaCO_3$ und Freiwerden von CO_2.

Eine komplizierte Umwandlung des Chabasits, die durch Zwischenphasen gekennzeichnet ist, beschreibt A. Streng.[4]) Er beobachtete bei Annerod Pseudomorphosen von Mesotyp nach Chabasit, die wiederum in Bol umgewandelt sind. Eine ähnliche Beobachtung, der Umwandlung des Chabasits

[1]) G. Bischoff, Chemische Geologie 2, 385.
[2]) R. Brauns, Chemische Mineralogie 416 (Leipzig 1896).
[3]) C. R. van Hise, Treatise of Metamorphism. Monographs of the U.S. Geol. Surv. 47, 334 (1904).
[4]) A. Streng, N. JB. Min. etc. 1874, 586.

in bolähnlichen Speckstein, stammt von Th. Grandjean,[1]) der sie in Härtlingen, Westerberg, Susberheim in Nassau fand.

Ungeklärt bleibt die Beziehung, welche E. S. Dana[2]) erwähnt, von Haydenit im Hornblendegneis von Jones Falls bei Baltimore, welcher mit Chlorit bedeckt ist und vom letzteren öfters ersetzt ist.

Auf den Chabasit führt R. Blum[3]) die in den Blasenräumen der Mandelsteine von Blomidon, Two Islands und Peters Point vorkommenden Kieselsintermassen zurück. Sie sollen durch Auslaugung des Chabasits entstanden sein. — Die Chabasitvarietät, Akadialith von Arsborough und Swan's Creck im Bassin of Mines sind nach R. Blum stellenweise ganz zerstört, so daß nur eine Masse von zerfressenem Quarz vorhanden ist.

Nach G. Bischoff fand R. Blum im Achat von Oberstein Rhomboeder, die von Chabasit stammen sollen.

Genesis und Paragenesis.

Die frühere Annahme, daß das Auftreten des Chabasits in erster Linie an die Drusen- und Hohlräume älterer und jüngerer Eruptivgesteine gebunden ist, erscheint durch zahlreiche Beobachtungen hinfällig. Die erste, in dieser Hinsicht einwandfreie Beobachtung rührt von F. Schalch[4]) her, welcher das Vorkommen von Globenstein (Sachsen) als „ein zweifelloses Sekretionsprodukt eines Gesteins der archäischen Schieferformation“ bezeichnet. Nach den Angaben von A. Des Cloizeaux[5]) findet sich in den Tonschiefern von Andreasberg Chabasit und Phakolith vor. O. Sismonda[6]) berichtet über das Vorhandensein von kristallinischen Chabasitnieren in obertertiären Sandsteinen, in der Umgebung vou Crevacuore. Die Sandsteine treten in der Nähe von Metaphysen auf.

Wir dürfen annehmen, daß der Chabasit meist hydrothermaler Entstehung ist. Hierbei ist, wie E. Baur[7]) für die Zeolithe im allgemeinen feststellte, „die Zeolithbildung auf die Wirkung alkalischer Mischungen zurückzuführen“. „Die Zeolithe sind von den säurebeständigen Silicaten mehr durch die Art der Mutterlauge, als durch ein anderes Temperaturgebiet getrennt. Ihr Wassergehalt hängt wahrscheinlich mit vermehrter Löslichkeit zusammen.“

Für die thermale Entstehungsart des Chabasits sprechen auch die Beobachtungen über rezente Chabasitbildungen, welche in erster Reihe von G. A. Daubrée stammen. Er fand in den Blasenräumen der Ziegelsteine, welche zur Fassung der Therme von Plombières dienten, Chabasitkristalle. Sie konnten nur durch Einwirkung des Thermenwassers auf die Ziegelsteine gebildet werden, da in dem Kiese, den das Wasser durchfließt, bevor es in die Fassung hineinkommt, keine Spur von Zeolithbildungen wahrzunehmen war.[8])

---

[1]) Th. Grandjean, Jahrb. d. Ver. f. Naturk. Nassau **7**, 214 (1851).
[2]) E. S. Dana, Mineralogy 436.
[3]) R. Blum, Pseudomorphosen des Mineralreiches I, Nachtr. 14 (1847).
[4]) F. Schalch, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **4**, 182 (1886).
[5]) A. Des Cloizeaux, Manuel de Minéralogie 1862.
[6]) O. Sismonda, Bull. soc. géol. France [2] **9**, 229.
[7]) E. Baur, Z. anorg. Chem. **72**, 154.
[8]) G. A. Daubrée, C. R. **46**, 1086 (1858); Bull. soc. géol. France **12**, 562 (1850).

Andere analoge Beobachtungen stammen von demselben Verfasser aus dem Inneren des römischen Mauerwerkes zu Luxeuil[1]) (Haute Saône). Die Temperatur des Quellwassers beträgt etwa 46°, das Wasser selbst enthielt Kieselsäure, Natriumsalze und Kalk und Magnesiumcarbonat gelöst. Ferner in dem Beton der römischen Quellenfassung von Bourbonne-les-Bains[2]) (Haute Marne) und in Algier[3]) in der Umgegend von Oran. An letzterem Fundorte kam Chabasit auch an den Holzstücken des Betons vor.

Nach den Angaben von R. Blum[4]) fand Th. Grandjean Chabasit auf Braunkohlefasern und Holzstücken in der Alexandriagrube bei Marienberg (Nassau), ferner auf Braunkohle selbst im Tone der Gruben Gute Hoffnung bei Westerburg, Gerechtigkeit bei Stahlhofen und Concordia bei Unnau.

Eine sekundäre Bildung des Chabasits durch Umwandlung anderer Silicate nimmt C. Doelter[5]) an für den Chabasit von Palle Rabbiose. Dieser kommt hier zusammen mit Anorthit vor, aus welch letzterem C. Doelter den Chabasit ableiten konnte. Eine ähnliche Ansicht äußert K. Hofmann[6]) für den Chabasit im zersetzten Trachyt vom Guttiner Berge. C. R. van Hise[7]) formuliert die Umwandlung des Kalknatronfeldspats in den Chabasit folgendermaßen:

$$6\,NaAlSi_3O_8 + 6\,CaAl_2Si_2O_8 + 3\,CO_2 + 45\,H_2O =$$
$$2[Ca_3Al_6(SiO_4)_3(Si_3O_8)_3 \,.\, 18\,H_2O] + 3\,Na_2CO_3 + 6\,Al(OH)_3 + 6\,SiO_2 + k.$$

Die Volumänderung beläuft sich auf $+ 46{,}76\,\%$.

C. R. van Hise leitet auch den Chabasit vom Hauyn ab, eine Möglichkeit, die bei dem öfteren Vorkommen der Zeolithe in Gesteinen mit leicht angreifbaren Silicaten keineswegs von der Hand zu weisen ist. Es ist:

$$4\,Na_2Ca(NaSO_4Al)Al_2Si_3O_{12} + 24\,H_2O + 6\,CO_2 =$$
$$Ca_3Al_6(SiO_4)_3(Si_3O_8)_3 \,.\, 18\,H_2O + 4\,Al(OH)_3 + CaSO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 6\,Na_2CO_3 + k.$$

Die Volumänderung beträgt $7{,}46\,\%$.

Die paragenetischen Vorkommen des Chabasits sind außerordentlich zahlreich. Nach A. Himmelbauers[8]) Berechnung entspricht dem Chabasit in der Cornuschen[9]) Formel die letzte Stelle als jüngste Bildung.

Nachtrag zum Chabasit.[10])

Da das Manuskript des verstorbenen Autors schon 1916 fertiggestellt wurde, so konnten die inzwischen erschienenen wichtigsten Arbeiten nicht berücksichtigt werden. Die Würdigung der Arbeit G. Tschermaks wurde bereits S. 89 und S. 95 durchgeführt, während die aus der ganz kürzlich

[1]) A. Daubrée, Bull. soc. géol. France [2] **18**, 108 (1860).
[2]) Derselbe, Bull. soc. géol. France [3] **3**, 309 (1875); Ann. des Sc. [5] **8**, 439 (1876).
[3]) Derselbe, C. R. **85**, 157 (1877).
[4]) R. Blum, Pseudomorphosen **2**, 131.
[5]) C. Doelter, Tsch. min. Mit. 1875.
[6]) K. Hofmann, Verh. k. k. geol. R.A. 1872, 257.
[7]) C. R. van Hise, Treatise of Metamorphism. 262, 298.
[8]) A. Himmelbauer, Mitteilg. nat. Ver. Wiener Univ. **8**, 89 (1910).
[9]) F. Cornu, Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenw. 1908.
[10]) Zusatz des Herausgebers.

erschienenen Arbeit von G. Stoklossa sich ergebenden Daten hier zum Schlusse angeführt werden sollen.

Analyse.

K_2O	3,02
MgO	2,45
CaO	9,62
Al_2O_3	19,27
SiO_2	48,12
H_2O	16,11
	98,59

Rhomboeder von Nova Scotia; anal. G. Stoklossa, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **42**, 39 (1918).

Das Molekularverhältnis ist:

$$CaO : Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O = 1,28 : 1,00 : 4,18 : 4,76.$$

Es wurde ferner die Wasseraufnahme geprüft (siehe auch A. Beutell und K. Blaschke, S. 8) und es schließt der Verfasser auf die Existenz von zehn Chabasithydraten mit 1—10 Mol. Wasser. Daher ist nach G. Stoklossa das Wasser des Chabasits chemisch gebunden. Da die Berechnung auch halbe Wassermoleküle ergibt, so muß die Formel des Chabasits verdoppelt werden. Sie ist nach ihm:

$$Ca_2Al_4Si_8O_{24} . 10 H_2O.$$

Offretit.

Kristallsystem: Hexagonal (?)

Das Mineral wurde von F. Gonnard[1]) in den Blasenräumen des Basalts am Simiouse bei Montbrison (Loire) in Form winziger anscheinend hexagonaler Tafeln mit eingesenkter Basis entdeckt und beschrieben. Die Analyse ergab das Resultat:

	1
δ	2,13
K_2O	7,72
CaO	2,43
Al_2O_3	19,06
SiO_2	52,47
H_2O	18,90
	100,58

1. F. Gonnard, C. R. **111**, 1002 (1890).

Formel. F. Gonnard berechnet die Formel des Offretits zu

$$(K_2Ca)_2Al_6Si_{14}O_{39} + 17 H_2O,$$

durch die die Ähnlichkeit des Minerals mit dem Phillipsit zum Ausdruck kommt.

F. W. Clarke[2]) schreibt die Formel des Zeoliths folgendermaßen:

$$2 [Al_3(Si_3O_8)_3K_2H . 8H_2O]$$
$$1 [Al_3(SiO_4)CaH . 8 H_2O] .$$

[1]) F. Gonnard, C. R. **111**, 1002 (1890).
[2]) F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **125**, 102 (1895).

Eigenschaften. Vor dem Lötrohre schmilzt Offretit zu einem weißen Email. Im Kölbchen erhitzt, geben die Kriställchen Wasser ab. Von kalter oder warmer Säure nur schwer angegriffen. Dies gilt auch nach V. Dürrfelds[1]) Angabe für das Pulver.

Farbe weiß oder farblos, glasglänzend. Spaltbarkeit senkrecht zu (0001). Die optischen Anomalien zeigen eine gewisse Ähnlichkeit mit denen des Herschelits. Schwache Doppelbrechung von positivem Charakter.

Einen offretitähnlichen Zeolith beschrieb V. Dürrfeld (l. c.) aus dem Feldspatbasalt der Palauinseln (Carolinen). Die physikalischen und chemischen Eigenschaften stimmen mit dem Offretit überein. Quantitativ wurden 51,60 % SiO_2 gefunden und mikrochemisch das Vorhandensein von Al_2O_3, CaO und K_2O nachgewiesen. Eine Prüfung auf Na_2O ergab negatives Resultat.

Gmelinit.

Kristallsystem: Rhomboedrisch, $a:c = 1:0,734486.$[2])

Synonyma: Natronchabasit, Sarkolith (L. N. Vauquelin),[3]) Hydrolith (S. Léman),[4]) Ledererit (C. T. Jackson).[5]) Der Name Gmelinit stammt von H. J. Brooke.[6])

Varietäten: Groddeckit (A. Arzruni).[7])

Gmelinit gehört nicht zu den eigentlichen Kalkzeolithen, da er mehr Natron als Kalk enthält, doch wäre eine Trennung von Chabasit unzweckmäßig.

Analysenzusammenstellung.

Ähnlich wie beim Chabasit wurden auch hier die Analysen nach steigendem Kieselsäuregehalt angeordnet, welche Reihenfolge auch nahezu dem steigenden Natrongehalt entspricht.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	2,07	—	—	—	—
Na_2O	5,51	7,30	7,09	10,00	10,14
K_2O	0,78	1,60	1,87	1,87	1,42
CaO	5,26	3,67	3,90	0,83	0,62
Al_2O_3	19,55	21,09	20,19	20,47	20,16
SiO_2	46,37	46,40	46,56	47,96	48,22
H_2O	22,00	20,41	20,41	18,87	19,44
	99,47	100,47	100,02	100,00	100,00

[1]) V. Dürrfeld, Z. Kryst. **49**, 200 (1911).
[2]) L. V. Pirsson, Am. Journ. **42**, 57 (1891).
[3]) L. N. Vauquelin, Ann. Mus. **9**, 249 (1807); **11**, 82.
[4]) S. Léman, Cat. Min. Et. de Drée (Paris 1811), 18.
[5]) C. T. Jackson, Am. Journ. **25**, 78 (1834). Die von diesem Verfasser eingeführte Bezeichnung wurde im Edinb. N. Phil. Journ. **4**, 393 (1834) als unbegründet zurückgewiesen und die Identität des Ledererits mit dem Gmelinit als wahrscheinlich hingestellt. Vgl. auch A. Des Cloizeaux, Manuel de Minéralogie **1**, 397 (1862). O. C. Marsh, Am. Journ. **44**, 362.
[6]) H. J. Brooke, Ed. J. Sc. **2**, 262 (1825). Zit. nach E. S. Dana, Syst. Min. 593, 1892.
[7]) A. Arzruni, Z. Kryst. **8**, 343—350 (1884).

1. Gmelinit in einer sehr zersetzten augitischen Felsart bei der Forniquelle zwischen Athilenari und Larnaca, sowie unfern Pyrgo, Cypern; anal. A. Damour, Bull. soc. géol. [2] **16**, 675; vgl. auch N. JB. Min. etc. 1860, 78.

2. u. 3. Gmelinit in Hohlräumen des Dolerits von Antrim am Little Dear Park bei Glenarm, Irland; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **49**, 211 (1840).

4. Gmelinit von Antrim bei Glenarm, Irland; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 546 (1876).

5. Ebenda; anal. Derselbe, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 976 (1885).

	6.	7.	8.	9.	10.
δ	—	—	2,169	2,037	—
Na_2O	3,85	9,14	3,94	9,76	9,79
K_2O	0,39	Spuren	—	0,15	0,20
CaO	6,13	2,60	11,48	1,01	1,12
Al_2O_3	18,05	18,72	21,48	18,33	18,27
Fe_2O_3	0,11	0,10	0,14	0,26	0,17
SiO_2	48,56	48,67	49,47	50,35	50,45
P_2O_5	—	—	3,48	—	—
H_2O	21,66	21,35	8,58	20,23	20,71
	98,75	100,58	98,57	100,09	100,71

6. Gmelinit in Hohlräumen des Dolerits von Antrim bei Glenarm, Irland; anal. Connel, Ed. N. Phil. Journ. 1838; Journ. prakt. Chem. **14**, 49 (1838).

7. Gmelinit, weiße Kristalle von Bergen Hill, New Jersey; anal. W. T. H. Howe, Am. Journ. **12**, 270 (1876).

8. Gmelinit im Geoden des Mandelsteins vom Cap Blomidon, Nova Scotia; anal. J. L. Hayes, Am. Journ. **25**, 78 (1834).

9. Gmelinit, farblose Hülle der blaßrosa bis braunroten Kristalle im zersetzten Trapp von Pinnacle Islands, Nova Scotia; anal. L. V. Pirsson, Am. Journ. **42**, 62 (1891). Ref. Z. Kryst. **22**, 565 (1894).

10. Gmelinit, dunkle Kristalle, Five Islands, Nova Scotia; anal. W. T. H. Howe, Am. Journ. **12**, 270 (1876).

	11.	12.	13.	14.	14a.
δ	2,037	2,099–2,108	—	2,099–2,108	—
Na_2O	9,88	3,48 (Na₂O + K₂O)	3,92	3,10	3,54
K_2O	0,16		0,23	0,80	0,91
CaO	1,05	6,40	5,68	6,52	7,44
Al_2O_3	18,50	18,45	17,81	17,63	20,13
Fe_2O_3	0,15	—	0,15	—	—
SiO_2	50,67	51,32	51,36	53,71	47,19
H_2O	20,15	20,35	20,96	17,98	20,53
	100,56	100,00	100,11	99,74	99,74

11. Gmelinit, dunkler Kern der Kristalle im zersetzten Trapp von Pinnacle Islands, Nova Scotia; anal. L. V. Pirsson, Am. Journ. **42**, 57 (1891). Ref. Z. Kryst. **22**, 565 (1894).

12. Gmelinit vom Cap Blomidon, Nova Scotia; anal. O. C. Marsh, Am. Journ. **44**, 362 (1867).

13. Gmelinit, hellfleischrote bis mittelweiße Kristalle, Two Islands (Colchester Co.); anal. W. T. H. Howe, Am. Journ. **12**, 270 (1876).

14. Gmelinit vom Cap Blomidon, Nova Scotia; anal. O. C. Marsh, Am. Journ. **44**, 362 (1867).

Das Analysenmaterial war quarzhaltig.

14a. Die Analyse 14 nach Abzug des Quarzgehaltes.

Eine neue Analyse erschien 1918.[1])

	15.
δ	2,043
Na_2O	9,13
K_2O	0,38
MgO	0,06
CaO	1,23
Al_2O_3	19,61
Fe_2O_3	0,05
SiO_2	48,82
H_2O	20,43
	99,71

Nach dem Erwärmen auf 110° betrug der Gewichtsverlust 4,9%.

15. Kristalle von Montecchio Maggiore bei Vicenza; anal. E. Zdarek bei G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 544 (1917), erschienen 1918.

Aus der Analyse berechnet G. Tschermak folgende Verhältnisse:

Si : Al : Na : H — 4,22 : 2 : 2,18 : 11,82 Si : H — 1 : 2,225.

Groddeckit.

	1.
Na_2O	4,50
MgO	3,30
CaO	1,10
Al_2O_3	12,00
Fe_2O_3	7,70
SiO_2	51,20
H_2O	20,20
	100,00

1. Groddeckit von Andreasberg am Harz im Franz Auguster Gange; anal. Brookmann bei A. Arzruni, Z. Kryst. **8**, 345 (1884).

Na_2O aus der Differenz bestimmt. Die Analyse wurde an einem bei 100° getrocknetem Material ausgeführt.

Chemische Formel und Konstitution.

Wie bereits beim Chabasit dargelegt wurde, wird der Gmelinit in Hinsicht auf seine chemische Zusammensetzung von den meisten Autoren zur Chabasitreihe gestellt. C. F. Rammelsberg[2]) bezeichnet ihn direkt als den Natronchabasit, durch welche Bezeichnung der Unterschied vom gewöhnlichen Calciumchabasit dargetan werden soll. G. Tschermak[3]) sah im Gmelinit das Natriumsilicat, welches dem kieselsäurereichen Kalksilicat der Chabasitreihe, wie es im Akadialith vorliegt, analog ist. Er schreibt die Formel:

$$Na_2Al_2Si_5O_{14} . H_{12}O_6 .$$

[1]) Zusatz des Herausgebers.
[2]) C. F. Rammelsberg, Hdbch. der Mineralch. 1875, 626.
[3]) G. Tschermak u. F. Becke, Lehrb. d. Mineralogie (Wien 1915), 608, 612.

L. V. Pirsson[1]) legt seinen Erörterungen über die Zusammensetzung des Gmelinits die Theorie von A. Streng zugrunde und deutet diesen als aus zwei Gliedern bestehend und zwar:

$$x\,NaAlSi_3O_8 \,.\, 4\,H_2O\,,$$
$$y\,Na_2Al_2Si_2O_8 \,.\, 4\,H_4O\,.$$

In diesen Formeln ist das erste Glied als wasserhaltiges Albitsilicat, das zweite als ein solches Na-Anorthitsilicat gedacht. Diese Deutung übernahm auch P. Groth,[2]) der die Formel als Natronchabasit schreibt:

$$Si_6O_{16}Al_2(Na_2,\ Ca,\ K_2)\,.\,8\,H_2O\,,$$
$$Si_4Al_2O_{16}Al_2(Na_2,\ Ca,\ K_2)_2\,.\,8\,H_2O\,.$$

Nach F. W. Clarke[3]) gilt für dieses Mineral die allgemeine Typenformel $Al_2X_3\overset{I}{R}_3$ und die spezielle Formel:

$$Al_3(SiO_4)(Si_3O_8)_2\,.\,Na_3\,.\,9\,H_2O\,.$$

C. F. Rammelsberg[4]) berechnete aus den vorhandenen Analysen die Atomverhältnisse, die in folgender Tabelle zusammengestellt sind.

	An.	$\overset{II}{R}$: Al_2 : Si : H_2O	$\overset{I}{R}$: Ca	Analytiker
Glenarm . .	2., 3.	1,0 : 1 : 3,9 : 5,8	4,0 : 1,0	C. F. Rammelsberg,
Glenarm . .	4., 5.	0,9 : 1 : 4,0 : 5,7	23,4 : 1,0	J. Lemberg,
Cypern . .	1.	1,0 : 1 : 4,0 : 5,2	24,0 : 1,0	A. Damour,
Nova Scotia	12., 14.	1,0 : 1 : 4,0 : 6,1	1,0 : 1,0	O. C. Marsh,
Five Points	11.	1,0 : 1 : 4,7 : 6,2	18,0 : 1,0	L. V. Pirsson,
Nova Scotia	10.	1,0 : 1 : 4,7 : 6,4	16,0 : 1,0	W. T. H. Howe.

Der Groddeckit ist nach A. Arzruni[5]) ein magnesium- und eisenhaltiger Zeolith, der mit dem Gmelinit isomorph sein soll. G. Tschermak faßt ihn als verunreinigten Gmelinit auf. Nach A. Arzruni gelten für dieses Mineral folgende Molekularverhältnisse:

$$\overset{II}{R}O : (Al,\ Fe)_2O_3 : SiO_2 : H_2O$$
$$1 : 1 : 5 : 6{,}5$$

und die Formel:

$$(Mg,\ Na_2)_2(Al_2Fe_2)_2Si_9O_{26} + 13\,H_2O\,.$$

Im zweiten Teile seiner Abhandlung berechnet G. Tschermak[6]) eine Anzahl neuerer Analysen und kommt zu dem Resultate, daß mit der Annahme nachstehender drei Verbindungen diese Analysen gut übereinstimmen:

$$H_{16}Na_2Al_2Si_6O_{24}$$
$$H_{12}Na_2Al_2Si_4O_{18}$$
$$H_{10}Na_2Al_2Si_4O_{17}\,.$$

Ca wurde dabei auf Na umgerechnet.

Gmelinit liefert bei der Zersetzung pulverige Kieselsäure.[7])

[1]) L. V. Pirsson, Am. Journ. **42**, 57 (1891).

[2]) P. Groth, Tabl. systém. 1904, 168.

[3]) F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **125**, 109 (1895); Am. Journ. **48**, 187 (1894); Z. Kryst. **26**, 522 (1896).

[4]) C. F. Rammelsberg, Hdbch. d. Mineralchemie 2. Suppl. 1895, 371.

[5]) A. Arzruni, Z. Kryst. **8**, 343—350 (1884).

[6]) G. Tschermak, l. c. **127**, 249 (1918).

[7]) Zusatz des Herausgebers.

Chemische Eigenschaften.

Verhalten vor dem Lötrohre. Schmilzt unschwer zu einem weißen Email.

Löslichkeit. Von Salzsäure wird der Gmelinit unter Abscheidung von Kieselsäure zersetzt.

Dampfspannung. Sie wurde auf dieselbe Weise, wie beim Chabasit beschrieben, von G. Tammann[1]) untersucht. Zur Verwendung gelangten 3,5400 g des Gmelinit von Flinders, Victoria, mit einem Wassergehalt von 21,51 %. Es wurden folgende Zahlen erhalten:

Konzentration der H_2SO_4-Lösung	Zeit in Tagen	Gewichtsverlust in mmg	in %	Δn in g-Mol Wasser
10	3	1,8	0,05	0,014
20,3	6 10	3,0 3,0	0,08	0,024
29,2	1; 3	6,4; 6,4	0,18	0,036
40,6	3; 5	14,8; 14,6	0,42	0,116
50,1	4	26,6	0,75	0,210
60,4	8	49,6	1,40	0,391
70,3	13	87,8	2,48	0,692
80,5	4	120,4	3,40	0,948
	4	136,8	3,86	1,078
	6	148,4	4,19	1,170
85,1	5	162,0	4,58	1,277
80,5	3	162,2	4,58	1,278
70,3	5	110,0	3,11	0,867
60,4	4	50,0	1,41	0,394
10,0	3	1,8	0,05	0,014

Während der ganzen Dauer des Versuchs änderten die Kristalle ihr Aussehen nicht.

Austausch des Zeolithwassers. Nach F. Grandjean[2]) nimmt der Gmelinit im Vergleiche zum Chabasit Jod in größeren Mengen auf. Hierbei wird das Mineral pleochroitisch. Durch Brom werden dieselben Resultate erzielt, aber weniger intensiv.

Physikalische Eigenschaften.

Spezifisches Gewicht. Außer den an analysierten Vorkommen angegebenen Werten liegen noch folgende Bestimmungen vor:

Montecchio-Maggiore $\delta = 2,04$ (G. B. Negri),[3])

Dorf Kurzi, südlich von Symferopol, Krim. $\delta = 2,08$ (A. Fersmann).[4])

Spaltbarkeit. Die vollkommenste nach $(10\bar{1}0)$, die nach dem Rhomboeder ist unsicher.

---

[1]) G. Tammann, Z. f. phys. Chem. **27**, 327 (1898).
[2]) F. Grandjean, Bull. Soc. min. **33**, 5—32 (1910); C. R. **149**, 866 (1909).
[3]) G. B. Negri, Rivista di Min. e. Crist. Ital. **2**, 1, 3—13 (1887).
[4]) A. Fersmann, ZB. Min. etc. 1906, 537.

Härte annähernd 4—5. Bruch uneben.

Farbe. Glasglänzend von verschiedener Farbe von weiß und rötlichweiß bis fleischrot, auch gelblich.

Optische Eigenschaften. Nach L. V. Pirsson[1]) ist die optische Anomalie schwach, auf Platten nach (001) war meistens ein ungestörtes einachsiges Interferenzbild zu beobachten.

Die Angaben über den Charakter der Doppelbrechung divergieren. A. Des Cloizeaux[2]) gibt für den Gmelinit von Andreasberg, Glenarm und Vicenza negativen für Cypern hingegen positiven Charakter an. Ihre Größe

$N_\omega - N_\varepsilon = 0{,}0033$ für Na-Licht (L. V. Pirsson)[3]) Nova Scotia,
$N_\omega - N_\varepsilon = 0{,}0018$ (G. B. Negri)[4]) Montechio-Maggiore,
$N_\gamma - N_\alpha = 0{,}002$ (F. Grandjean)[5]) Island.

Brechungsexponenten:

N_ω	N_ε	
1,4760	1,4674	für Na-Licht,
1,4646	1,4637	Nova Scotia (L. V. Pirsson),
1,4770	1,4765	
1,48031	1,47852	Montecchio-Maggiore (G. B. Negri).

$2V = 0—30^\circ$.

Durch Entwässerung mit trockener Luft gesättigt oder leer geht der negative Charakter der Doppelbrechung in den positiven über, $N_\gamma - N_\alpha = 0{,}027$ und wird basisch einachsig (F. Grandjean).[6])

Umwandlung des Gmelinits.

J. Lemberg[7]) ließ auf den Gmelinit von Glenarm, der etwas mit Gangart verunreinigt war (Anal. 4, S. 129) durch 25 Tage eine Lösung von KCl und K_2CO_3 einwirken. Es entstand der Kaligmelinit, dessen Zusammensetzung 1 angibt.

Der Kaligmelinit entstand auch, nachdem der Gmelinit[8]) von Glenarm (Zusammensetzung Anal. 5, S. 129) durch 76 Stunden mit einer 15%igen Kaliumcarbonatlösung bei 200° digeriert wurde. Das Produkt (2) ist z. T. in Säulen umkristallisiert. Bei der Reaktion ging ein Teil der Kieselsäure in Lösung über.

Das Natriumderivat des Gmelinits[7]) wurde aus dem Kaligmelinit (1) durch dreitägige Behandlung mit NaCl-Lösung erhalten (3). Aus diesem wurde nachher durch Digestion mit Calciumchloridlösung innerhalb von 10 Tagen der Kalkgmelinit (4) dargestellt.

---

[1]) L. V. Pirsson, Am. Journ. **42**, 57 (1891).
[2]) A. Des Cloizeaux, Manuel de Minéralogie **1**, 367 (1862).
[3]) L. V. Pirsson, l. c.
[4]) G. B. Negri, Rivista di Min. e. Crist. Ital. **2**, 3—13 (1887).
[5]) F. Grandjean, C. R. **149**, 866 (1909); Bull. Soc. min. **33**, 5—32 (1900).
[6]) Derselbe, Ebenda.
[7]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 546 (1876).
[8]) Derselbe, Ebenda **38**, 976 (1885).

	1.	2.	3.	4.
Na_2O	—	—	11,50	1,40
K_2O	17,22	18,66	0,70	—
CaO	0,42	—	0,31	9,89
Al_2O_3	19,58	20,13	20,59	20,60
SiO_2	46,81	46,17	47,79	47,77
H_2O	15,97	15,04	19,11	20,34
	100,00	100,00	100,00	100,00

1., 3. u. 4. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 546 (1876).
2. Derselbe, Ebenda **38**, 976 (1885).

Analog wie beim Chabasit lassen sich die Alkaliderivate des Gmelinits sowie der Gmelinit selbst in Glieder der Analcimreihe und diese in Leucit überführen.

Wird der Kaligmelinit (4) durch 76 Stunden bei 200° mit einer 10%igen Na_2CO_3-Lösung digeriert, so bildet sich ein Analcim (5). Dieser entsteht auch wenn man den Gmelinit durch 200 Stunden bei einer Temperatur von 210—220° mit Na_2CO_3 behandelt (6). Der Analcim geht nach 76 Stunden Digestion mit K_2CO_3-Lösung bei 200° in Leucit über (7).

	5.	6.	7.
Na_2O	13,21	14,19	—
K_2O	—	—	21,22
Al_2O_3	23,54	23,60	24,00
SiO_2	54,47	53,67	54,14
H_2O	8,78	8,54	0,64
	100,00	100,00	100,00

5.—7. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **38**, 976 (1885).

Levyn.

Kristallsystem. Rhomboedrisch. Achsenverhältnis $a:c = 1:0{,}8357$.[1]

Synonym: Mesolin (J. J. Berzelius).[2] Die systematische Stellung des Mesolins ist bis heute nicht mit Sicherheit festgestellt. W. Haidinger[3] vermutete zunächst, daß er zum Chabasit zu stellen ist und sprach sich später für die Zugehörigkeit zum Chabasit mit Bestimmtheit aus.[4] Hingegen stellen ihn E. S. Dana[5] und A. Des Cloizeaux[6] zum Levyn.

Analysenzusammenstellung.

Die wenigen vorhandenen, meist älteren Analysen sind nach steigendem Kieselsäuregehalt angeordnet.

[1] W. Haidinger, Edinb. Journ. Sc. **2**, 332 (1828).
[2] J. J. Berzelius, Edinb. Phil. Journ. **7**, 6 (1822).
[3] W. Haidinger, F. Mohs' Mineral. **3**, 127 (1825).
[4] W. Haidinger, Bestimmende Mineralogie 1845, 527.
[5] E. S. Dana, Mineralogy 1892, 595.
[6] A. Des Cloizeaux, Minéralogie 1862, 81.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	—	2,198	—	—	—
Na_2O	1,38	1,55	1,34	0,79	2,86
K_2O	1,61	1,26	0,21	1,17	0,41
MgO	—	—	—	—	0,40
CaO	10,71	9,72	11,12	10,85	8,35
Al_2O_3	23,77	22,47	21,91	22,39	20,00
Mn_2O_3	—	0,19	—	—	—
Fe_2O_3	—	0,77	—	—	—
SiO_2	44,48	46,30	46,76	46,97	48,00
H_2O	17,41	19,51	18,65	18,03	19,30
	99,36	101,77	99,99	100,20	99,32

1. Levyn, Island; anal. A. Damour, Ann des min. **9**, 333 (1846). — Zit. nach A. Kenngott, Übers. d. Result. Mineralog. Forsch. in den J. 1844—1849 (Wien 1852), S. 116. — Mittel aus drei Analysen.
2. Levyn von Skye bei Stow, (Irland); anal. Connel, Phil. Mag. **5**, 40 (1834).
3. Levyn, tafelige Kristalle im Basalt von Table Mountain bei Golden, U.S.A. Colorado; anal. W. F. Hillebrand u. Whitman Ch. Cross, Bull. geol. Surv. U.S. **20**, 38 (1885).
4. Levyn von weißer Farbe in Faserform aus den Blasenräumen des Basalts von Table Mountain bei Golden, U.S.A. Colorado; anal. W. F. Hillebrand u. Whitman Ch. Cross, wie Anal. 3.
5. Levyn im Mandelstein von Dalsnypen auf Sandö, Faröer; anal. J. J. Berzelius, Årsber. 1823, 146; 1825, 216.

Mesolin.

	6.
Na_2O	4,80
CaO	7,90
Al_2O_3	21,40
SiO_2	47,50
H_2O	18,19
	99,79

6. Mesolin, kristallinische Krusten in Mandelräumen; anal. J. J. Berzelius, Edinb. Phil. Journ. 1822, 7; Åarsber. 1823, 146; 1825, 216.

Chemische Zusammensetzung.

C. F. Rammelsberg hat den Levyn ursprünglich als selbständiges Mineral behandelt und später offenbar unter dem Einflusse der Untersuchungen von A. Streng ihn mit der Chabasitgruppe vereinigt.

E. S. Dana [1]) schreibt die Formel des Levyns:

$$CaAl_2Si_3O_{10} + 5H_2O,$$

und nach F. W. Clarke [2]) läßt sich die Zusammensetzung dieses Zeoliths durch die Formel:

$$Al_6(SiO_4)_3(Si_3O_8)_2Ca_3 . 15H_2O$$

andeuten.

---

[1]) E. S. Dana, Mineralogy 1892, 595.

[2]) F. W. Clarke, Am. Journ. **48**, 187 (1894); Z. Kryst. **26**, 522 (1896); Bull. geol. Surv. U.S. **125** (1895).

Von C. F. Rammelsberg[1]) stammt die Berechnung der Atomverhältnisse des Levyns, die in der folgenden Tabelle wiedergegeben wird:

	$\overset{II}{R}$: Al_2 : Si : H_2O	$\overset{I}{R}$: Ca	Analytiker
1. Island . .	1,0 : 1 : 3,2 : 5,0	1,0 : 2,5	A. Damour,
2. Skye . . .	1,0 : 1 : 3,5 : 4,9	1,0 : 2,3	Connel,
3. Faröer . .	1,0 : 1 : 3,8 : 5,0	1,0 : 1,0	J. J. Berzelius,
4. Colorado .	1,0 : 1 : 3,6 : 4,6	1,0 : 4,0	W. F. Hillebrand.

Levyn[2]) wird von G. Tschermak[3]) als mimetisch-monoklin betrachtet. Die Achsenverhältnisse sind für

	$a : b : c$	β
Chabasit	0,4630 : 1 : 0,3406	83° 34′
Levyn	0,4704 : 1 : 0,3433	84° 54′

Die Analysen von W. F. Hillebrand und A. Damour werden von G. Tschermak neu berechnet und er kommt zu dem Resultate, daß zwei Silicate in isomorpher Mischung vorhanden sind:

$$H_{10}CaAl_2Si_4O_{17} \quad \text{und} \quad H_{10}CaAl_2Si_3O_{15}.$$

Diese Formeln gestalten sich unter der Annahme, daß wegen der Analogie mit Chabasit vier Moleküle Wasser vorhanden sind, folgendermaßen:

$$CaAl_2Si_2O_8 . H_2Si_2O_5 . 4\,Aq.$$
$$CaAl_2Si_2O_8 . H_2SiO_3 . 4\,Aq.$$

Chemische und physikalische Eigenschaften.

Verhalten vor dem Lötrohre. Schmilzt unter Anschwellen zu einem weißen Glase.

Löslichkeit. Von Salzsäure oder Salpetersäure wird Levyn unter Abscheidung gallertartiger Kieselsäure zersetzt.

Über die Wasserabgabe liegen nur ältere Untersuchungen von A. Damour vor.

Austausch des Zeolithwassers. F. Grandjean[4]) untersuchte das Verhalten des erhitzten Levyns gegenüber Quecksilber. Es wurden dieselben Resultate erzielt, wie beim Chabasit.

Spaltbarkeit nach (02$\bar{2}$1). Die Härte beträgt 4 bis 5.

Farbe. Variierend, farblos, grau, grünlich, rötlich, gelb. Durchsichtig oder durchscheinend; glasglänzend.

Die optischen Eigenschaften sind fast nicht untersucht. Eine einzige Angabe findet sich bei F. Grandjean,[4]) welche am Levyn von Glenarm negativen Charakter der Doppelbrechung feststellte und fand:

$$N_\gamma - N_\alpha = 0{,}0075; \quad 2V = 0-30°.$$

[1]) C. F. Rammelsberg, Hdbch. d. Mineralch. **2**. Suppl. 371 (1895).
[2]) Zusatz des Herausgebers.
[3]) G. Tschermak, Sitzber. d. Wiener Ak. **127**, 251 (1918).
[4]) F. Grandjean, C. R. **149**, 866 (1909); Bull. Soc. min. **33**, 5—36 (1910).

Nach Entwässerung bei 400° und nachheriger Abkühlung veränderte sich der Charakter der Doppelbrechung in positiven, und ihre Stärke verkleinerte sich zu $N_\gamma - N_\alpha = 0{,}002 . 2E = 85—120°$.

Phillipsit.

Von **C. Doelter** (Wien).

Synonym: Christianit.

Monoklin prismatisch.

$a:b:c = 0{,}70949:1:1{,}2563$ (A. Streng). $\beta = 55° 37'$.

$a:b:c = 0{,}7095:1:1{,}2563$ (P. Groth). $\beta = 124° 23'$

Über die kristallographischen Beziehungen zu Desmin siehe unten.

Analysenzusammenstellung.

Die Unterschiede in den Analysen bestehen hauptsächlich in dem verschiedenen Gehalt an Kali und Natron, mit welchem entsprechend auch der Kalkgehalt wechselt. Ferner wechselt aber der Kieselsäuregehalt nicht wenig, so daß man auch nach aufsteigendem SiO_2-Gehalt anordnen kann. Es wurde hier die erste Anordnungsart eingehalten.

Es sind zu unterscheiden:

Analysen mit ganz geringem Natrongehalt und wenig Kali.
" " höherem Kaligehalt und geringem Natrongehalt.
" " hohem Kaligehalt und ganz geringem Natrongehalt.
" " mittlerem Kaligehalt und mittlerem Natrongehalt.
" " hohem Natrongehalt und geringerem Kaligehalt.

Analysen ohne oder mit ganz geringem Natrongehalt.

	1.	2.	3.	4.
Na_2O	—	0,52	0,96	Spur
K_2O	3,89	3,94	4,41	5,28
MgO	—	0,15	0,11	—
CaO	7,22	7,03	5,19	6,99
BaO	—	0,03	1,34	—
Al_2O_3	23,33	19,00	18,95	21,88
Fe_2O_3	—	0,24	0,53	—
SiO_2	48,22	51,79	51,72	49,65
H_2O	17,56	17,63	16,99	16,16
	100,22	100,33	100,20	99,96

1. Aus Basalt vom „Hohen Gras", Habichtswald; anal. Köhler, Pogg. Ann. **37**, 570 (1836).
2. Aus Basaltmandelstein von Annerod bei Gießen; anal. W. Fresenius, Z. Kryst. **3**, 57 (1880).
3. Von ebenda; anal. wie oben.
4. Aus Basalt von Somoskö (Neograder Komit., Ungarn); anal. F. Schafarzik bei A. v. Kalecsinszky, Z. Kryst. **17**, 522 (1890).

	5.	6.	7.
Na_2O	0,80	1,60	0,94
K_2O	4,40	4,60	4,67
MgO	3,10	2,30	0,30
CaO	7,60	7,00	5,37
BaO	—	—	0,39
Al_2O_3	20,60	21,59	18,17
Fe_2O_3	1,10	2,40	0,24
SiO_2	47,50	46,90	51,68
H_2O	15,00	15,00	18,21
	100,10	101,30	99,97

5. Von Minas Geraës aus Mandelstein von Abété (Brasil.); anal. A. Gorceix, Bull. Soc. min. 7, 34 (1884).

6. Von ebenda; anal. wie oben.

7. Von Sasbach (Kaiserstuhl), aus basaltischem Gestein; anal. W. Fresenius, Z. Kryst. 3, 60 (1880).

	8.
Na_2O	2,44
K_2O	2,72
CaO	10,14
Al_2O_3	24,69
SiO_2	43,22
H_2O	16,91
	100,12

8. Vom Vesuv, Auswürfling von der Eruption 1906; anal. E. Barone bei F. Zambonini, Atti R. Acc. Napoli **34**, 112 (1908) u. Min. Vesuv 294.

Siehe die Analyse Nr. 35 mit hohem Na_2O-Gehalt.

Analysen mit mittlerem Kaligehalt und geringem Natrongehalt.

	9.	10.	11.
Na_2O	0,70	0,64	0,63
K_2O	5,20	5,41	6,61
CaO	8,21	8,05	6,97
BaO	—	—	Spur
Al_2O_3	21,41	21,26	21,11
Fe_2O_3	—	0,15	0,24
SiO_2	48,13	47,65	48,17
H_2O	16,78	16,81	16,62
	100,43	99,97	100,35

9. Aus Basalt von Nidda (Hessen); anal. W. Ettling bei A. Streng, N. JB. Min. etc. 1874, 572.

10. Von ebenda; anal. W. Fresenius, Z. Kryst. 3, 55 (1880).

11. Vom Stempel bei Marburg a. d. Lahn; anal. F. A. Genth, Journ. prakt. Chem. **45**, 459 (1848); Ann. Chem. u. Pharm. **66**, 272 (1847).

Analysen mit größerem Kaligehalt, ohne Na-Gehalt oder geringem Natrongehalt.

	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Na_2O . . .	—	—	—	0,64	2,60	1,48
K_2O. . . .	6,19	6,85	7,02	7,00	7,70	7,91
CaO . . .	8,49	7,15	6,45	7,80	5,37	6,50
Al_2O_3 . . .	22,04	22,37	23,15	24,20	22,42	23,40
SiO_2 . . .	48,41	47,96	47,28	45,10	46,11	46,10
H_2O . . .	15,60	15,67	16,00	16,34	15,91	14,30
	100,73	100,00	99,90	101,08	100,11	99,69

12. Aus Mandelstein vom Dyrefjord (Irland); anal. A. Damour, Ann. d. mines **9**, 333 (1846).
13. Von ebenda; anal. wie oben.
14. Aus Basalt von der Landskrone bei Görlitz (Schlesien); anal. Peck bei H. Traube, Miner. Schles. 1888, 165.
15. Aus Basalt von Prudelles; anal. F. Pisani bei A. Gonnard, Minér. Puy. de Dôme 1876, 70.
16. u. 17. Beide aus Leuco-Tephrit vom Mte. Somma; 16. anal. A. G. Mirle bei F. Zambonini, Miner. Vesuv. 294; 17. anal. F. Zambonini, wie oben.

	18.	19.
δ	—	2,186
Na_2O	1,10	0,99
K_2O	6,88	5,05
MgO	—	0,05
CaO	4,96	6,76
Al_2O_3	18,33	20,99
Fe_2O_3	—	0,17
SiO_2	52,10	48,86
H_2O	16,55	16,55
	99,92	99,42

18. Vom Mont Simiouse, Montbrison (Loire); anal. Ph. Barbier bei F. Gonnard, Bull. Soc. min. **31**, 269 (1909); Z. Kryst. **48**, 313 (1911). Diese Analyse zeigt ungewöhnlich hohen Kieselsäuregehalt.
19. Weiße Kristalle vom Eulenberg bei Leitmeritz (Böhmen); anal. E. Zdarek bei G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 548 (1917), erschienen 1918.

Der Gewichtsverlust dieses Phillipsits bei 110° ist 6,44%.

Analysen mit hohem K_2O-Gehalt, ohne Natron.

	20.	21.	22.
K_2O	9,20	10,35	11,09
CaO	7,97	6,92	5,31
Al_2O_3	25,00	24,39	24,34
SiO_2	42,87	43,64	43,95
H_2O	15,44	15,08	15,31
	100,48	100,38	100,00

20. Aus Leucitit vom Capo di Bove (Ital.); anal. Ch. de Marignac, Ann. chim. phys. **14**, 41 (1845).
21. Von ebenda; anal. wie oben.
22. Vom Vesuv oder Capo di Bove; anal. wie oben.[1])

[1]) Wahrscheinlich vom Mte. Somma stammend. Vgl. F. Zambonini, Miner. Vesuv. 294 (1910).

	23.	24.	25.	26.
K_2O	9,38	10,93	7,49	7,43
CaO	8,03	5,28	9,16	9,44
Al_2O_3	23,15	23,77	25,98	25,82
SiO_2	41,37	43,79	40,01	39,34
H_2O	17,73	16,04	17,46	17,81
	99,66	99,81	100,10	99,84

23. Farblose, radialfaserige Halbkugel. Aus Leucitit von Vallerano (Umgebung von Rom); anal. F. Zambonini, N. JB. Min. etc. 1902, II, 63.
24. Wasserhelle Kriställchen von ebenda; anal. wie oben.
25. Farblos von Casal Brunori aus Leucitit; anal. wie oben 73.
26. Von ebenda, große durchsichtige Kreuzkristalle; anal. wie oben.

Analysen mit hohem K_2O-Gehalt mit mittlerem Natrongehalt.

	27.	28.	29.
Na_2O	2,31	2,37	4,65
K_2O	7,36	6,96	9,82
CaO	5,45	4,94	7,48
Al_2O_3	19,89	18,31	19,19
SiO_2	48,73	51,31	45,41
H_2O über 100^0	16,26	16,12	13,41
	100,00	100,01	99,96

27. Farblos, aus Basalt vom Eulenberg bei Leitmeritz; anal. H. Walland bei J. E. Hibsch u. A. Scheid, Tsch. min. Mit. **30**, 459 (1911).
28. Rosa, von ebenda; anal. wie oben.
29. Farblos, von ebenda; anal. W. Widmar bei J. E. Hibsch, wie oben.

Analysen mit mittlerem Kali- und Natrongehalt.

	30.	31.	32.	33.	34.	35.	36.
δ	—	—	—	—	2,201	—	—
Na_2O	2,03	3,75	3,70	3,41	4,51	2,44	—
K_2O	4,50	4,83	5,55	6,15	6,05	2,72	3,49
MgO	0,95	1,02	—	1,42	—	—	4,53
CaO	2,81	1,70	4,85	3,24	4,52	10,14	6,41
BaO	Spur	—	—	—	—	—	—
Al_2O_3	23,92	17,58	21,80	21,07	22,70	24,69	21,34
Fe_2O_3	—	6,17	—	0,71	—	—	—
SiO_2	48,16	48,70	47,35	48,37	45,60	43,22	45,21
H_2O	17,18	17,42	16,96	14,54	16,62	16,91	18,86
	99,55	101,17	100,21	98,91	100,00	100,12	99,84

30. Aus doleritischer Lava von Aci Castello (Sizilien); anal. A. Ricciardi, Gazz. chim. It. **11**, 369 (1881).
31. Aus dem pazifischen Ozean, südlich der Sandwichinseln, in rotem Ton; anal. A. Renard, Bull. Ac. R. belg. **19**, 88 u. 182 (1890). Ungewöhnlicher Eisenoxydgehalt.
32. Aus zelligem Trapp vom Giant's Causeway, Antrim (Irland); anal. A. Connel, Edinb. Phil. Journ. **35**, 375 (1843).
33. Von Palagonia (Sizil.); anal. W. Sart. v. Waltershausen, Vulk. Gest. 1853, 263.
34. Aus dem Basaltbruch Chambers bei Richmond (Australien); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 987 (1885).
35. Vom Mte. Somma; anal. E. Barone aus Leuko-Tephrit, bei F. Zambonini, Miner. Vesuv 294.
36. Aus Mandelräumen des Basalts von Sergwitz bei Löwenberg (Schlesien); anal. Ph. Barbier u. F. Gonnard, Bull. Soc. min. **33**, 78 (1910). Ungewöhnlich hoher Magnesiagehalt.

Analysen mit vorwiegendem Natrongehalt.

	37.	38.	39.
Na_2O . . .	6,18	7,14	7,72
K_2O	3,82	2,66	3,72
MgO . . .	1,60	0,07	—
CaO . . .	2,92	3,62	2,67
Al_2O_3 . . .	19,89	21,38	21,78
Fe_2O_3 . . .	2,64	0,15	—
SiO_2 . . .	48,53	46,89	46,87
H_2O . . .	14,76	18,28	17,24
	100,34	100,19	100,00

37. Von Aci Castello, Sizil., anal. W. Sart. v. Waltershausen, Vulk. Gest. 1853, 263.
38. Von ebenda; anal. W. Fresenius, Z. Kryst. **3**, 53 (1880).
39. Von ebenda; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 987 (1885).

Pseudophillipsit.

F. Zambonini[1]) trennte 1902 Kristalle aus der Umgebung von Rom vom Phillipsit unter diesem Namen ab, es scheinen die kristallographischen Unterschiede geringe zu sein; auch hat dieser Forscher in seinen späteren Studien[2]) über Phillipsit diesen Namen nicht mehr erwähnt. Jedenfalls dürfte eine in chemischer Hinsicht abweichende Varietät vorliegen.

	40.	41.	42.	43.
K_2O	4,16	3,54	6,82	4,63
CaO	11,84	11,15	10,08	10,98
Al_2O_3	25,55	24,98	25,69	26,19
SiO_2	37,79	38,02	38,21	37,84
H_2O	20,60	22,01	19,45	19,84
	99,94	99,70	100,25	99,48

40. Durchsichtige, etwas bläuliche Kristalle von Casal Brunori (Umgebung von Rom), aus Leucititlava; anal. F. Zambonini, N. JB. Min. etc. 1902, II, 73.
41. Farblose oder etwas bläuliche Kügelchen aus Leucitit von ebenda; anal. wie oben.
42. Von ebenda, Oktaeder; anal. wie oben.
43. Von Mostaccio, fast farblose Kristallgruppen; anal. wie oben.

Wassergehalt.

W. Fresenius[3]) hat zuerst Versuche ausgeführt. Der Wasserverlust ergibt sich aus folgenden Gewichtszahlen.

Temper.	Fundort Nidda	Limburg	Nach 12 St. an der Luft
20°	1,5376 g	0,6007 g	—
45	1,5284	0,5939	0,6003 g
50	1,5265	0,5901	0,5999
60	1,5216	0,5860	0,6001
80	1,5109	0,5825	0,6007
100	1,5076	0,5470	0,6005

[1]) F. Zambonini, l. c. 73.
[2]) Derselbe, Atti R. Accad. Napoli **14**, 114 (1908).
[3]) W. Fresenius, Z. Kryst. **3**, 65 (1879).

An 1 g wasserfreier Substanz sind gebunden g-Wasser:

Temper.	Aci Castello	Nidda	Annerod	Annerod	Limburg	Oberstein
20°	0,2183	0,1997	0,2042	0,2153	0,2187	0,1771
20	0,2260	0,2077	0,2049	—	0,2252	0,1806
50	0,2044	0,1903	—	—	0,2048	0,1731
80	—	0,1799	—	—	0,1883	—
100	0,1788	0,1729	0,1514	0,1777	0,1712	0,1532
150	0,1194	0,1452	—	—	—	—
190	—	—	0,0787	0,0868	0,0867	0,0697
260	0,0645	0,0756	—	—	—	—
Dunkle Rotglut	0,0095	0,0033	0,0059	0,0027	0,0159	0,0011

W. Fresenius bemerkt, daß der Wassergehalt beim Steigen der Temperatur stets abnimmt, beim Sinken stetig wächst und daß sich bei jeder Temperatur ziemlich rasch das konstante, nur ihr entsprechende Verhältnis von Wasser und wasserfreier Substanz herstellt.

Einige ältere Angaben von F. Zambonini[1]) über das Entweichen des Wassers im Phillipsit beziehen sich auf den Wasserverlust bei Pseudophillipsit. Demnach wären die Kurven des Wasserverlustes bei diesen beiden Varietäten verschieden, wenn auch ihr Verlauf ein ähnlicher ist. Für diesen Pseudophillipsit erhielt er folgende Werte:

bei 54°	1,37 %
75	2,07
95	3,03
126	6,00
129	6,28
159	12,77
238	14,71
Hell-Rotglut	20,48

Bei 159° zeigt die Temperatur-Wasserverlustkurve einen Knick, während für den Phillipsit dieser bei 129° liegt. F. Zambonini rechnet aber keinen Teil des Wassers als Konstitutionswasser.

V. Goldschmidt[2]) bestimmte den Wassergehalt des Phillipsits mit 17,00 %, theoretisch ist er 16,5 %.

F. Zambonini[3]) hat die Entwässerung des Phillipsits vom Monte Somma (Analyse Nr. 16 u. 17) in einem feuchten Luftstrom versucht und erhielt folgende Werte:

Temper.	Wasserabgang
115°	2,90 %
175	8,95
215	10,96
250	12,40
275	13,45
320	14,66
360	15,09

Die auf Grund dieser Daten konstruierte Kurve ist eine der regelmäßigsten der für Zeolithe erhaltenen.

[1]) F. Zambonini, N. JB. Min. etc. 1902, II, 75.
[2]) V. Goldschmidt, N. JB. Min. etc. 1906, I, 16.
[3]) F. Zambonini, l. c.; Atti R. Acc. 114.

Die Wiederaufnahme des Wassers in mit Feuchtigkeit gesättigter Luft nach 15 Stunden ergibt folgende Zahlen für die auf verschiedene Temperatur erhitzten Phillipsite; ausgedrückt in den Gewichtsunterschieden vom ursprünglichen Gewicht:

Wasser	Erhitzungstemperatur
+ 0,48	115°
+ 0,51	175
+ 0,56	215
0,00	250
− 9,77	275
−13,90	320
−14,52	360

Aus der auf Grund dieser Zahlen konstruierten Kurve geht hervor, daß Phillipsit große Änderungen im Adsorptionsvermögen zeigt. Bis 250° erlangt das Mineral seinen früheren Wassergehalt wieder, bei 275° wird die Wiederaufnahme so langsam, daß bezüglich des Wassers ein Unterschied von 10% resultiert. F. Zambonini schließt auch daraus, daß es sich nicht um ein Hydrat handeln kann.

Formel.

W. Fresenius[1]) faßt Phillipsit und Desmin als durch zwei verschiedene Endglieder zusammengesetzte Mischungen auf, analog den Plagioklasen. Diese Verbindungen sind:

$$\overset{II}{R}Al_2Si_2Si_4O_{16} \,.\, 6\,H_2O$$

$$\overset{II}{R}Al_2RAl_2Si_4O_{16} \,.\, 6\,H_2O$$

Diese Formeln gelten für den lufttrockenen Phillipsit. Er stützt diese Hypothese durch folgende Tabelle, in welcher die Analysen (wohl nur die bis 1879) nach steigendem Kieselsäuregehalt angeordnet sind.

Nr.	Fundorte	Analytiker	$\overset{II}{R}$	$\overset{III}{R_2}$	Si	H_2 Luft-trocken	H_2 üb. H_2SO_4 od. im Vakuum	H_2 bei 100° getrocknet
1.	Phillipsit von Capo die Bove	Ch. de Marignac	0,99	1	3,00	—	3,53	—
2.	„ vom Vesuv	Ch. de Marignac	0,90	1	3,10	—	3,60	—
3.	„ „ Richmond Victoria	Pittmann	1,01	1	3,39	—	—	3,58 (?)
4.	„ „ Habichtswald b. Kassel	Köhler	0,75	1	3,55	4,31	—	—
5.	„ „ Dyrefjord Island	A. Damour	0,91	1	3,72	—	4,03	—
6.	„ „ Aci Castello Sizilien	W. Fresenius	1,10	1	3,75	4,88	—	3,88
7.	„ „ Nidda in Hessen	W. Fresenius	1,09	1	3,84	4,51	—	3,85
8.	„ „ Nidda in Hessen	W. Ettling	1,02	1	3,85	4,48 (?)	—	—
9.	„ „ Palagonia Sizilien	W. Sart. v. Waltershausen	1,02	1	3,85	—	—	3,87
10.	„ „ Aci Castello Sizilien	W. Sart. v. Waltershausen	1,07	1	3,86	—	—	3,91
11.	„ „ Riesenweg Island	A. Connel	1,08	1	3,86	—	4,27 (?)	—
12.	„ „ Stempel bei Marburg	F. A. Genth	0,97	1	3,93	4,52 (?)	—	—
13.	„ „ Annerod I	W. Fresenius	1,02	1	4,62	5,05	—	3,80
14.	„ „ Annerod II	W. Fresenius	0,98	1	4,65	5,28	—	4,43
15.	„ von der Limburg im Kaiserstuhl	W. Fresenius	0,95	1	4,84	5,67	—	4,37

[1]) W. Fresenius, Z. Kryst. 3, 67 (1880).

C. F. Rammelsberg[1]) hat in seinem letzten Ergänzungsheft zur Mineralchemie eine große Anzahl von Analysen neu berechnet, laut nachstehender Tabelle haben wir:

$$2\overset{I}{R} = \overset{II}{R}$$

Fundort	Analytiker	$\overset{II}{R}$: Al : Si : H_2O	$\overset{I}{R}$: Ca	K : Na
Capo di Bove	Ch. de Marignac	1,0 : 2 : 3,0 : 3,4	1,6 : 1,0	0
Vesuv	Ch. de Marignac	0,9 : 2 : 3,1 : 3,5	1,5 : 1,0	0
Richmond	Pittmann	1,0 : 2 : 3,4 : 3,6	3,7 : 1,0	1,0 : 1,2
"	J. Lemberg	1,0 : 2 : 3,4 : 4,1	3,4 : 1,0	1,0 : 1,0
Aci Castello	L. Ricciardi	0,6 : 2 : 3,4 : 4,0	2,0 : 1,0	1,5 : 1,0
Habichtswald	Köhler	0,8 : 2 : 3,6 : 4,5	1,0 : 1,5	0
Aci reale	J. Lemberg	1,0 : 2 : 3,6 : 4,5	7,0 : 1,0	1,0 : 3,0
Aci Castello	W. Fresenius	1,0 : 2 : 3,7 : 4,8	4,3 : 1,0	1,0 : 4,0
" "	W. Sart. v. Waltershausen	1,1 : 2 : 3,8 : 3,9	3,0 : 1,0	1,0 : 2,5
Dyrefjord	A. Damour	1,0 : 2 : 3,8 : 4,1	1,0 : 1,0	12,0 : 1,0
Nidda	W. Fresenius	1,0 : 2 : 3,8 : 4,5	1,0 : 1,0	6,0 : 1,0
Giants Causeway	A. Connell	1,0 : 2 : 3,8 : 4,5	2,7 : 1,0	1,0 : 1,0
Somoskö	A. v. Kalescinszky	0,9 : 2 : 3,9 : 4,2	1,0 : 1,0	0
Nidda	W. Ettling	1,0 : 2 : 4,0 : 4,6	1,0 : 1,0	5,0 : 1,0
Marburg	Köhler	0,75 : 2 : 4,5 : 4,4	1,0 : 1,4	0
"	F. A. Genth	1,0 : 2 : 4,0 : 4,6	1,3 : 1,0	7,0 : 1,0
Annerode	Wernekink	0,9 : 2 : 4,0 : 4,7	1,3 : 1,0	0
Palagonia	W. Sart. v. Waltershausen	0,9 : 2 : 4,0 : 4,6	2,6 : 1,0	1,0 : 1,0
Annerod	W. Fresenius	0,9 : 2 : 4,5 : 5,0	1,0 : 1,0	0
"	W. Fresenius	1,0 : 2 : 4,8 : 5,6	1,0 : 1,0	0

Demgemäß variiert das Verhältnis Al : Si von 2 : 3 bis 2 : 4,5, entsprechend steigt der Wassergehalt von 3,5 bis 5 Molekülen.

Als selbständige Verbindungen nennt er:

$$\overset{II}{R}_2Al_4Si_6O_{20} . 7H_2O$$
$$R_2Al_4Si_8O_{24} . 9H_2O$$

Als Zwischenstufen:

$$R_2Al_4Si_7O_{22} . 8H_2O \text{ und vielleicht:}$$
$$R_2Al_4Si_9O_{26} . 10H_2O$$

Das Alkali wird als $\overset{II}{R} = 2\overset{I}{R}$ berechnet.

F. Zambonini[2]) schließt sich der Ansicht von W. Fresenius an. Das Kali nimmt mit dem SiO_2-Gehalt zu, während der Kalkgehalt abnimmt, wie aus folgenden Daten hervorgeht:

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 376 (1895); vgl. auch Erg.-Heft I, 179 (1886).
[2]) F. Zambonini, N. JB. Min. etc. 1902 II, 71, 72 u. 76.

		$CaO : K_2O : SiO_2$
Vallerano,	Analyse Nr. 23	5,28 : 10,93 : 43,79
Capo di Bove, Marignac,	„ „ 20	6,92 : 10,35 : 43,64
„ „	„ „ 21	7,97 : 9,20 : 42,87
Vallerano,	„ „ 24	8,03 : 9,38 : 41,37
Casal Brunori,	„ „ 25	9,16 : 7,49 : 40,01
„ „	„ „ 26	9,44 : 7,43 : 39,34

Auf Grund der Annahme von W. Fresenius hat man, wenn man das erste Silicat $RAl_2Si_6O_{16} . 6H_2O$ mit A und das Silicat $R_2Al_4Si_4O_{16} . 6H_2O$ mit B bezeichnet für die Analysen von Ch. de Marignac und für die zweite von Vallerano das Verhältnis $1\frac{1}{2}$ A + B. Für Analyse Nr. 23 von Vallerano hat man $2\frac{1}{2}$ A + C und für jene von Casal Brunori $3\frac{1}{2}$ A + B.

Für den Pseudophillipsit hat man folgende Molekularverhältnisse:

	$RO : Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O$
Casal Brunori, Nr. 40	1,02 : 1 : 2,51 : 4,56
„ „ „ 41	1 : 1,03 : 2,67 : 5,16
„ „ „ 42	1 : 1 : 2,53 : 4,28
Mostaccio, „ 43	1 : 1,05 : 2,58 : 4,49

Dies ergibt die gemeinsame Formel:

$$\overset{II}{R}_2Al_4Si_5O_{18} . 9H_2O.$$

Pseudophillipsit ist nach F. Zambonini chemisch ein Zwischenglied zwischen Phillipsit und Gismondin.

G. Tschermak[1]) berechnet aus der neuen Analyse von E. Zdarek:

Si : Al : Ca : H	Si : H
3,94 : 2 : 0,957 : 13,52	1 : 2,139.

G. Tschermak[2]) hat ferner noch zehn weitere Analysen berechnet und findet ein Schwanken der Verhältnisse zwischen Si_6Al_2 und Si_3Al_2, im Wasserstoff zwischen 12 und 8. Daraus berechnet er folgende fünf Komponenten, wobei die Alkalien auf Ca umgerechnet werden.

$$H_{14}CaAl_2Si_6O_{23}$$
$$H_{10}CaAl_2Si_4O_{17}$$
$$H_8CaAl_2Si_4O_{16}$$
$$H_{10}CaAl_2Si_3O_{15}$$
$$H_8CaAl_2Si_3O_{14}.$$

Kieselsäure. G. Tschermak bemerkt, daß die Phillipsite bei der Zersetzung mit Salzsäure zumeist pulverige Kieselsäure abscheiden, der von Aci Castello gibt eine Gallerte. Der vom Eulenberg gibt beides. Es sind zwei Kieselsäuren vorhanden $Si_2H_4O_6$ und $Si_2H_2O_5$. Der Wassergehalt ist 21,15 %.[3])

G. Tschermak bespricht auch die beiden Analysen F. Zamboninis von Casal Brunori (S. 141), wobei er bemerkt, daß die oktaedrische Form auf Gismondin hinweist. Die Atomverhältnisse sind:

---

[1]) G. Tschermak, l. c. **126**, 550 (1917).
[2]) Derselbe, ebenda **127**, 264 (1918).
[3]) Derselbe, ebenda 268.

Si : Al :	Ca :	K :	H
2,610 : 2 :	0,643 :	0,626 :	7,63
2,582 : 2 :	0,666 :	0,624 :	7,83.

Für Gismondin ist der Wassergehalt, für Phillipsit der Si-Gehalt zu gering. Es könnten die Analysen gedeutet werden als Mischungen zweier Verbindungen

$$p\,H_8CaAl_2Si_3O_{14}\,.\,q\,H_8K_2Al_2Si_3O_{12}\,.$$

Die Verbindungen wären den für Gismondin von G. Tschermak angenommenen isomer oder analog.

Zu erwähnen wäre noch, daß J. H. Pratt und H. W. Foote[1]) bei Besprechung des Wellsits (siehe diesen im Verlaufe) für Phillipsit die Formel aufstellten:

$$RAl_2Si_4O_{12}\,.\,4\tfrac{1}{2}H_2O.$$

G. Tschermak rechnet den Pseudophillipsit chemisch zum Gismondin; in der Tat ist er vom Phillipsit durch den niedereren Kieselsäuregehalt und auch durch den Wassergehalt verschieden. Aber auch vom Gismondin ist er verschieden; er scheint, wie bereits früher (vgl. S. 142) bemerkt wurde, eine Mittelstellung zwischen den Zeolithen Gismondin und Phillipsit einzunehmen. Ich bringe daher den Pseudophillipsit bis zur Lösung dieser Frage, welche am besten von F. Zambonini selbst wird erfolgen können, noch im Anschlusse an den Phillipsit selbst.

C. Hintze[2]) schreibt die Formel:

$$(Ca, K_2)Al_2Si_5O_{14}\,.\,5\,H_2O\,.$$

P. Groth[3]) adoptiert die Formel:

$$(Ca, Na_2, K_2)Al_2Si_6O_{16}\,.\,6\,H_2O$$
$$(Ca, K_2, Na_2)Al_2Si_4O_{16}\,.\,6\,H_2O\,.$$

Es werden also hier die Silicate des Albits, Orthoklases, Nephelins, außerdem das hypothetische Silicat $CaAl_2Si_6O_{16}$ angenommen.

Das Wasser dürfte nicht als Hydratwasser, sondern als Zeolithwasser, d. h. also als adsorbiertes aufzufassen sein. Im übrigen haben wir wohl dieselben Silicate, wie im Desmin anzunehmen (siehe diesen).

Eigenschaften.

Spaltbar nach (001) und (010). Unebener Bruch. Spröde.

Dichte ungefähr 2,2.

Farblos, aber auch deutlich grau, gelblich, rötlich und bläulich.

Den Winkel der optischen Achsen hat A. Des Cloizeaux[4]) gemessen. Seine Werte sind:

[1]) J. H. Pratt u. H. W. Foote, Z. Kryst. 28, 586 (1897).
[2]) C. Hintze, Miner. II, 1799.
[3]) P. Groth, Tabl. systém. Genève 1904, 168.
[4]) A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. 6, 307 (1883).

Fundort	Winkel $2H_a$	Winkel $2H_o$	Winkel $2V$	N_β
Richmond	84° 8½′	103° 21′	81°	1,51
„	87° 24′—92° 39′	105° 56′	—	—
Somma	69° 55′	112° 33′	69° 8′	1,48
„	70° 45′—73° 35′	75° 55′—84° 23′	—	—
Marburg	70° 50′	129° 15′	65° 21′	1,57
Dyrefjord	—	98° 13′	—	—

Nach A. Michel-Levy[1]) u. A. Lacroix ist die Doppelbrechung

$$N_\gamma - N_\alpha = 0{,}003.$$

F. Rinne[2]) beobachtete beim Erwärmen Veränderung in der Ebene der optischen Achsen.

Vor dem Lötrohre zu weißem Glas schmelzbar. Im Kölbchen wird Wasser ausgetrieben, wobei die Kristalle matt und milchglasartig werden. V. Goldschmidt[3]) konstatierte bei der Behandlung mit Salzsäure flockige bis schleimige Kieselsäureabscheidung. Der Glühverlust beträgt 17 %. Mit verdünnter Schwefelsäure erfolgt keine Zersetzung.

Umwandlung.

Phillipsit scheint wenig zu Umwandlungen zu neigen, da in der Literatur darüber nur angegeben wird, daß Trüb- und Mattwerden beobachtet wurde. Eine Umwandlung führt F. A. Genth[4]) an bei dem Vorkommen von Annerod, welcher zu einer bolähnlichen Masse sich umwandelt.

Bildung aus Plagioklas.

Ch. R. van Hise[5]) führt die Entstehung des Minerals aus Albit, Anorthit und Leucit nach einer Reaktion unter Einfluß von Wasser an:

$$3\,CaAl_2Si_2O_8 + 12\,H_2O = Ca_3Al_6Si_6O_{24}\,.\,12\,H_2O + k.$$

k ist eine Volumvermehrung von 52,76 %.

Künstliche Umwandlung.

J. Lemberg[6]) hat Versuche auch mit Phillipsit ausgeführt.

	1.	2.	3.	4.
Na_2O	7,72	—	—	15,77
K_2O	3,72	19,11	20,00	—
CaO	2,67	—	—	—
Al_2O_3	21,78	22,02	22,59	25,38
SiO_2	46,87	45,77	45,41	50,43
H_2O	17,24	13,10	12,00	8,42
	100,00	100,00	100,00	100,00

[1]) A. Lacroix u. A. Michel-Lévy, Minér. des roches (Paris 1888), 304.
[2]) F. Rinne, Mon.-Ber. Berl. Ak. 46, 1177 (1890).
[3]) V. Goldschmidt, Z. Kryst. 9, 574. — Derselbe, N. JB. Min. etc. 1906, I, 20.
[4]) F. A. Genth nach J. Roth, Chem. Geol. Berlin 1879, I, 419.
[5]) Ch. R. van Hise, Treat. on Metam. 262.
[6]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 37, 987 (1885).

1. Philipsit von Aci Reale.
2. Phillipsit von Aci Reale durch 20tägige Digestion bei 100° mit KCl-Lösung in ein Kaliumaluminiumsilicat verwandelt.
3. Behandlung mit einer Lösung, die 5% K_2CO_3 und 15% KCl enthielt, bei 210—220° durch 146 Stunden.
4. Dasselbe Silicat bei 200—210° mit einer Lösung, die 5% Na_2CO_3 und 15% NaCl enthielt, behandelt. Es bildete sich Analcim in Würfeln, dem sehr spärliche Säulen beigemengt waren.

Weitere Versuche wurden mit Phillipsit von Richmond (siehe Analyse Nr. 34) ausgeführt.

	5.	6.	7.
Na_2O	—	15,31	—
K_2O	20,00	—	21,28
Al_2O_3	22,32	25,33	25,58
SiO_2	45,50	50,99	52,15
H_2O	12,18	8,37	0,99
	100,00	100,00	100,00

5. Phillipsit von Richmond 174 Stunden bei 200—215° mit einer Lösung behandelt, welche 10% KCl und 10% K_2CO_3 enthielt.
6. Das vorige Produkt 144 Stunden bei 200—210° mit einer Lösung, die 15% Kochsalz und 5% Na_2CO_3 enthielt, behandelt; es bildeten sich Würfel mit spärlichen Säulen.
7. Das im Vorversuche erhaltene Produkt durch 14 Tage mit der Chlorkaliumlösung bei 100° behandelt.

Synthese.

H. Ste. Claire Deville[1]) hat den Phillipsit dadurch dargestellt, daß er ein Gemenge von Kaliumsilicat mit Kaliumaluminat in geschmolzenem Glasrohr auf 200° erhitzte. Die Zusammensetzung war jedoch die eines Kaliphillipsits, fast ohne Kalk.

K_2O	16,20
CaO	0,30
Al_2O_3	22,70
SiO_2	46,30
H_2O	14,50
	100,00

Der Kalk stammt vielleicht von Verunreinigungen der angewandten Salze oder aus dem Glas.

Vorkommen und Genesis.

Der Phillipsit kommt, wie so viele andere Zeolithe, in Hohlräumen von Basalten vor, auch in Phonolithen. Er dürfte sich hier wohl nachträglich als Umwandlungsprodukt von Feldspaten aus heißen Lösungen abgesetzt haben.

Besonders interessant sind die im Meeresschlamm (Globigerinenschlamm) abgesetzten Phillipsitkristalle, welche bei der Untersuchung von Tiefseeproben aus dem pazifischen Ozean vorgefunden wurden. Sie wurden u. a. von

[1]) H. Ste. Claire Deville, C. R. 54, 324 (1862).

A. Renard,[1]) J. Murray[2]) beschrieben und neuerdings von J. Murray u. G. V. Leo[3]) erwähnt. Da sie in Verbindung mit Palagonittuff vorkommen, so ist es wahrscheinlich, daß sie aus einem vulkanischen Gestein, vielleicht mit Manganknollen zugleich nachträglich im Meere gebildet wurden. Dies würde auf eine Entstehung bei niedriger Temperatur hinweisen, welche auch sonst wahrscheinlich ist; der Phillipsit zeigt ja einen hohen Wassergehalt, was auf eine solche niedrige Temperatur hinweist.

Interessant sind auch die von G. A. Daubrée[4]) beobachteten Neubildungen in Thermen. Sowohl in den Ziegeln, als auch im Beton der römischen Quellenleitung von Plombières fanden sich solche Kristalle. Ebenso wurden sie in dem Beton der Thermen von der Umgebung von Oran gefunden.

Die beiden nächsten, seltenen Zeolithe lassen sich am besten hier einreihen.

Gonnardit.

Rhombisch.

Analyse.

Na_2O	6,70
K_2O	Spur
CaO	10,00
Al_2O_3	28,10
SiO_2	42,30
H_2O	14,10
	101,20

Aus Doleritbasalt vom Plateau Chaux de Bourgogne bei Gignat (Puy de Dôme); anal. F. Pisani bei A. Gonnard, Minér. du Puy de Dôme 1876, 75.

Formel. Der Gonnardit steht seiner Zusammensetzung nach zwischen Mesolith und Thomsonit, er steht aber dem letzteren näher (siehe bei Ed. Dana).[5]) Nach A. Lacroix[6]) ist, wenn $Na_2O:CaO = 3:5$ angenommen wird, die Formel:

$$(Ca, Na_2)_2Al_2Si_5O_{15} \,.\, 5\tfrac{1}{2}H_2O\,.$$

Diese Formel verlangt folgende Werte:

Na_2O	6,3
CaO	9,7
Al_2O_3	28,4
SiO_2	41,7
H_2O	13,9
	100,0

Eigenschaften. Dichte 2,246—2,357 (A. Gonnard). Härte 4,5—5.

Nach A. Lacroix[6]) ist die Ebene der optischen Achsen parallel den

---

[1]) A. Renard, Proc. Roy. Soc. Edinbg. 12, 174 (1884).
[2]) J. Murray, Encycl. Brit. 18, 125 (1885).
[3]) J. Murray u. G. V. Leo, Mem. Museum compar. Zoology Harvard College 39, I (1909); N. JB. Min. etc. 1911, II, 61.
[4]) G. A. Daubrée, C. R. 86, 463 (1875). — Derselbe, C. R. 84, 157 (1877). Siehe auch Exper. Geologie 140, 141 u. 149, Übersetzung von A. Gurlt, 1880.
[5]) Ed. Dana, Syst. of Miner. 1892, 606.
[6]) A. Lacroix, Bull. Soc. min. 19, 426 (1896).

Fasern, Doppelbrechung positiv, doch enthält er ein Zersetzungsprodukt von negativer Doppelbrechung. $2E$ sehr klein, fast Null.

Die Formel ist wegen dieses Zersetzungsproduktes keine sichere, da die Substanz nicht rein ist.

Laubanit.

Monoklin. Kristallflächen nicht beobachtet.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.
MgO	1,46	1,25	1,35	—
CaO	16,40	15,94	16,17	17,97
FeO	—	0,56	0,56	—
Al_2O_3	16,61	16,88	16,74	16,52
SiO_2	47,86	47,81	47,84	48,14
HO_2	(17,08)	17,08	17,08	17,37
	99,41	99,52	99,74	100,00

Sämtliche in Blasenräumen des Wingendorfer Basalts bei Lauban (Schlesien) vorkommend; anal. J. Traube, N. JB. Min. etc. 1887, II, 64.
1. u. 2. Analysen, 3. Mittel aus demselben.
4. Theoretische Zusammensetzung.

Formel. Das Verhältnis ist:

$$(Ca, Mg):Al:Si:H_2O = 2:2:5:6.$$

Daher die Formel: $Ca_2Al_2Si_5O_{15}.6H_2O$.

F. W. Clarke[1]) gibt folgende Konstitutionsformel:

$$\begin{array}{l} Al \begin{cases} SiO_3 \\ SiO_3 \end{cases} \!\!> Ca \\ \quad \; > SiO_3 \qquad + 6H_2O. \\ Al \begin{cases} SiO_3 \\ SiO_3 \end{cases} \!\!> Ca \end{array}$$

C. F. Rammelsberg nimmt an, es sei ein normales Silicat.

Eigenschaften. Glanzlos, in sehr dünnen Splittern durchsichtig. Schneeweiß, äußerlich blaßgelb. Härte 4—5. Dichte 2,23.

Vor dem Lötrohre schmilzt das Silicat zu schaumigem Glas. Konzentrierte Salzsäure zersetzt es vollkommen unter Abscheidung von Kieselgallerte.

G. Tschermak[2]) ist der Ansicht, daß der Laubanit möglicherweise aus zwei miteinander verwachsenen Mineralien bestehen könnte, doch ist auch die Möglichkeit einer Mischung zweier isomorpher Silicate vorhanden.

Im letzteren Falle hätte man das Silicat des Phillipsits und ein Kalksilicat anzunehmen, welch letzteres dem Hauptbestandteil des Apophyllits gleichkäme. Dieser selbst ist aber nicht zu vermuten, weil keine Alkalien im Laubanit vorkommen. Die Formeln der beiden Silicate wären:

$$H_8CaAl_2Si_3O_{14}$$
$$H_8Ca_2Si_4O_{14}.$$

Eine Mischung dieser beiden Silicate im Verhältnisse 70:30 hätte eine Zusammensetzung, welche den Zahlen der reduzierten Analyse nahe kommt.

[1]) F. W. Clarke, Am. Journ. **48**, 187 (1894).
[2]) G. Tschermak, l. c. **127**, 283 (1918).

Desmin. (Stilbit z. T.)

Monoklin prismatisch.

Synonyma: Strahlzeolith.

Varietäten: Hypostilbit, Sphärostilbit, Hypodesmin, Sphärodesmin, Puflerit, Syhedrit.

Achsenverhältnis: $a:b:c = 0{,}76227:1:1{,}19401$ (A. v. Lasaulx); $\beta = 129^\circ 10'$ oder $50^\circ 49\frac{3}{4}'$ nach C. Hintze.

$a:b:c = 0{,}7624:1:1{,}1939$; $\beta = 129^\circ 11'$ nach P. Groth.

Über kristallographische Beziehungen zwischen Desmin, Heulandit und Phillipsit siehe G. Tschermak.[1]

Analysenzusammenstellung.

Der Desmin enthält bisweilen kleine, selten größere Mengen von Natron und Kali. Wir teilen die Analysen ein in solche ohne Alkalien, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß bei vielen Analysen die Alkalienbestimmmung unterlassen wurde, dann in solche mit kleinen Mengen von Alkalien, und endlich in solche mit höherem, bereits merklichem Alkaligehalt. Die Einteilung innerhalb dieser Gruppen ist z. T. eine geographische.

Analysen ohne Alkalien.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	—	2,161	2,135	—	—
CaO	8,62	8,54	8,30	8,82	8,04
Al_2O_3	15,83	15,29	17,17	16,08	18,50
Fe_2O_3	—	—	—	—	0,01
SiO_2	59,60	59,30	57,11	57,12	55,75
H_2O	16,73	16,69	16,93	16,18	17,00
	100,78	99,82	99,51	98,20	99,30

1. Von Rézbanya, Ungarn, am Kontakt von Syenit und Kalkstein; anal. A. Hidegh, Z. Kryst. **8**, 534 (1884).
2. Von Cziklova; anal wie oben.
3. Von Herczegany (Siebenbürgen), aus Dacit; anal. B. Medgyesy; Z. Kryst. **11**, 264 (1886).
4. Dunkel orange-fleischrot, aus Dacit von Kis-Sebes (Siebenbürgen); anal. wie oben.
5. Von Riental, Gotthard; anal. G. Leonhard bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1860, 829.

	6.	7.	8.	9.
MgO[2]	—	0,54	—	—
CaO	8,60	7,89	9,03	8,58
Al_2O_3	16,10	16,56	16,52	16,64
SiO_2	57,60	58,41	57,09	57,75
H_2O	17,60	16,53	17,79	17,17
	99,90	99,93	100,43	100,14

6. Aus Granit, an der Therme Cascade von Olette (Pyrén. Orient.); anal. Bouis, C. R. **37**, 237 (1853).
7. Von Barbro (Schweden); anal. A. Sjögren, Öfv. Akad. Stockholm 1848, 111.
8. Von den Faröerinseln; anal. F. Wijk, Z. Kryst. **7**, 212 (1883).
9. Von Italian Mts., Gunnison Co., Col.; anal. L. G. Eakins, Bull. geol. Surv. U.S. **419**, 282 (1910).

[1] G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 599 (1917).
[2] MgO + MnO.

	10.	11.	12.	13.
δ	—	2,321	—	2,167
Na_2O	—	—	0,24	0,83
MgO	—	2,46	—	—
CaO	11,25	6,45	8,11	8,12
Al_2O_3	19,80	15,06	16,01	15,30
Fe_2O_3	—	2,71	Spur	—
SiO_2	52,67	56,92[1]	56,21	57,82
H_2O	16,29	16,40	19,17	17,85
	100,01	100,00	99,74	99,92

10. Aus Mandelstein, von der Hacienda La Quinta bei Curicó (Chile); anal. L. Darapsky, N. JB. Min. etc. 1888 I, 65.
11. Syhedrit Shepards, vom Syhedreegebirge; anal. Tyler bei C. U. Shepard, Am Journ. **40**, 110 (1865).
12. Vom Csodiberg bei Dunabógdany (Ungarn); anal. Al. Vendl, Földt. Közl. **41**, 70 (1911); Z. Kryst. **54**, 181 (1914).
13. Von Dumbarton (Schottl.); anal. J. Young, Chem. N. **27**, 56 (1873).

Analysen mit geringem Alkaliengehalt.

	14.	15.	16.
K_2O	2,11	1,50	1,58
CaO	7,65	8,48	8,23
Al_2O_3	17,59	16,50	16,50
SiO_2	56,68	56,50	56,50
H_2O	15,94	18,50	18,30
	99,97	101,48	101,11

14. Von den Faröerinseln; anal. F. Wijk, Z. Kryst. **7**, 218 (1883).
15. Von Vagö, Faröerinseln; anal. Du Menil nach C. Hintze, Min. II, 1821.
16. Von Dalsnypen, Sandö, Faröerinseln; anal. wie oben.

	17.	18.	19.	20.	21.
δ	2,134	—	2,1552	—	—
Na_2O	—	0,60	1,14	0,98	0,41
K_2O	1,30	0,34	—	0,30	—
MgO	—	0,13	—	—	—
CaO	8,33	7,71	7,47	6,42	8,67
Al_2O_3	14,94	16,23	15,59	16,72	18,60
SiO_2	58,02	57,40	56,91	58,56	54,21
H_2O	17,71	16,68	18,73	17,89	18,71
	100,30	99,09	99,84	100,87	100,60

17. Vom Berufjord (Island); anal. Weber bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1860, 828.
18. Von Helgustadir am Eskifjord; anal. Sartorius v. Waltershausen, Vulkan. Gesteine 1853, 254.
19. Von ebenda; anal. C. Hersch, Inaug.-Diss. Zürich 1887, 21; Z. Kryst. **17**, 216 (1890).
20. Vom Taigarhorn (Island); anal. E. Baschieri, Atti soc. tosc. sc. nat. Pisa **24**, 1908; Z. Kryst. **49**, 201 (1911).
21. Vom Cap Deutschland, radiale Aggregate; anal. L. Colomba, nach Z. Kryst. **41**, 280 (1906).

[1]) Aus der Differenz.

	22.	23.	24.	25.
Na_2O	1,62	0,23	1,34	2,01
K_2O	—	0,78	—	0,47
CaO	7,16	8,31	7,55	7,33
Al_2O_3	16,66	16,11	16,83	15,62
Fe_2O_3	0,26	0,19	—	—
SiO_2	58,33	56,42	56,12	55,61
H_2O	14,50	17,77	17,57	18,19
	98,53	99,81	99,41	99,23

22. Von Niederkirchen bei Wolfstein (Rheinpfalz); anal. Riegel, Journ. prakt. Chem. **40**, 317 (1847).

23. Aus Amphibolgranit von der Suhl (Thüringen); anal. J. Fromme, Z. Kryst. **25**, 617 (1896).

24. Aus Granit von Striegau (Schlesien); C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft I, 181 (1886).

25. Puflerit vom Puflerloch, Seißer Alpe, aus Melaphyr; anal. Th. Petersen, Ber. naturf. Ver. Offenbach **14**, 102 (1873).

	26.	27.	28.	29.
δ	—	—	2,12	—
Na_2O	1,46	1,56	1,81 }	1,12
K_2O	0,20	0,26	— }	
CaO	7,82	7,86	7,81	7,94
Al_2O_3	17,05	16,70	17,24	17,94
Fe_2O_3	Spur	Spur	—	—
SiO_2	55,79	55,78	57,24	54,00
H_2O	18,65	18,79	19,56	19,37
	100,97	100,95	—	100,37

26. u. 27. Beide aus Hohlräumen von verwittertem Andesit, von Nadap, zwischen Stuhlweißenburg und Ferencze (Komitat Fejer, Stuhlweißenburg); anal. B. Mauritz, Földtani Közlöny **38**, 231 (1908) und Ann. hist.-nat. Musei nat. Hungarici **6**, 546 (1908); Z. Kryst. **48**, 439 (1911).

28. Östl. von Reading (Pennsylv.); anal. E. T. Smith, Proc. Acad. nat. sc. Philadelphia **62**, 538 (1910); Z. Kryst **52**, 79 (1913).

29. Von Obara (Prov. Iwaki, Japan); anal, K. Jimbo, Beitr. Miner. Japans **3**, 115 (1904); Z. Kryst. **52**, 513 (1913).

	30.	31.	32.	33.	34.	35.
Na_2O	1,66	1,36	1,47	1,73	1,45 }	1,19
K_2O	—	—	—	—	0,89 }	
MgO	—	—	—	—	0,82	—
CaO	9,00	8,06	7,98	4,25	5,88	8,22
Al_2O_3	14,88	13,03	16,78	16,67	15,35 }	15,56
Fe_2O_3	—	—	—	—	— }	
SiO_2	55,31	57,49	54,67	60,82	56,59	57,61
H_2O	18,47	19,42	19,16	18,12	17,48	17,53
	99,32	99,36	100,06	101,59	98,46	100,11

30. Aus Kalkstein von Hosensack Station, Lehigh Co. (Penns.); anal. L. Smith, Am. Journ. **5**, 272 (1883).

31. Von den Wheatfields Mines (Penns.); anal. E. Brunner u. L. Smith, wie oben.

32. Aus dem Basalt von Table Mountains, Golden, Colorado; anal. F. W. Hillebrand bei Whitman Cross u. F. W. Hillebrand, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. **20**, 23 (1885).

33. Aus Augitporphyrit von Botocatu, Serra de Brotas (Brasil.); anal. Gonzaga de Campos bei E. Hussak, Boll. Com. geol. und geogr. S. Paulo 1890, Nr. 7 und Z. Kryst. **21**, 406 (1893).

34. Nerbuddatal (Indien); anal. S. Haughton, Phil. Mag. **13**, 510 (1853).

35. Von Jamberoro (N. S. Wales); anal. C. Anderson, Rec. austral. Museums **6**, 404 (1907); Z. Kryst. **46**, 636 (1909).

	36.	37.	38.	39.	40.
δ	2,07—2,08				—
Na_2O	1,73	1,73	1,73	1,73	—
CaO	7,16	7,45	6,65	6,86	8,91
Al_2O_3 . . .	17,36	17,28	18,19	18,12	16,25
SiO_2	56,25	56,35	56,78	57,01	57,64
H_2O	17,89	18,05	17,64	17,48	17,20
	100,39	100,86	100,99	101,20	100,00

36. bis 39. Lamellare Varietät in Geoden des Turmalingranits von S. Piero in Campo (Elba); anal. E. Manasse, Mem. soc. toscana sc. nat. Pisa **17**, 203 (1900); Z. Kryst. **35**, 512 (1902).

40. Theoretische Zusammensetzung nach der Formel:

$$(Na_2, Ca)\ Al_2Si_6O_{16} . 6H_2O .$$

Eine zweite Varietät von ebenda in radialstängeligen Aggregaten ergab nach demselben Autor (l. c.) 41—44.

	41.	42.	43.	44.	45.
Na_2O . . .	1,78	1,78	2,04	2,04	—
CaO . . .	6,46	6,63	7,10	6,80	8,13
Al_2O_3 . . .	14,83	14,88	15,12	15,24	14,83
SiO_2	61,80	61,60	61,39	61,25	61,35
H_2O . . .	14,88	14,79	15,11	14,98	15,69
	99,75	99,68	100,76	100,31	100,00

Die letzten Zahlen (45) beziehen sich auf die aus der Formel berechneten, welche F. W. Clarke[1]) für solche Stilbite gegeben hat, bei denen einige Gruppen (SiO_4) durch Si_3O_8 ersetzt sind, bei einem Wassergehalt von acht Molekülen.

	46.	47.	48.	49.	50.
Na_2O . . .	1,23	0,46	1,40	2,05	0,97
K_2O	—	—	0,03	—	0,66
MgO . . .	—	—	0,36	—	—
CaO	7,78	8,90	9,97	8,06	7,45
Al_2O_3 . . .	16,85	16,43	17,98	15,72	16,91
Fe_2O_3 . . .	0,18	—	—	—	0,17
SiO_2 . . .	55,41	56,54	52,40	56,13	56,67
H_2O	19,01[2])	17,05	17,83	17,26	17,11
	100,46	99,38	99,97	99,22	99,94

46. Von Wassons Bluff; anal. G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. **262**, 75 (1895); Z. Kryst. **43**, 388 (1907); **38**, 674 (1903).

47. Sogen. Sphärostilbit, Inverness auf der Insel Skye (Schottl.); anal. F. Heddle bei Greg u. Lettsom, Miner. Britann. 1858, 164.

---

[1]) Am. Journ. **48**, 187 (1894).

[2]) Davon entweichen bei 100° 3,60%.

48. Sogen. Hypostilbit von ebenda; anal. S. Haughton, Phil. Mag. **13**, 510 (1857).
49. Von Port Glasgow (Renfrewsshire, Schottl.); anal. Freese bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 612.
50. Von Snyrberget, Kirchspiel Ranea (Schweden); anal. H. Erdmann, Miner. 1853, 361.

	51.	52.	53.	54.
Na_2O	2,28	2,87	0,50	0,72
K_2O			—	0,31
CaO	5,87	8,04	7,70	6,87
Al_2O_3	15,97	15,17	17,10	17,45
SiO_2	56,40	54,16	57,70	56,15
H_2O	17,76	19,76	17,60	17,10
	98,28	100,00[1]	100,60	98,60

51. Hellgelbe Krusten, unreines Material aus den Granuliten von Cala francese, Insel Maddalena; anal. C. Rimatori, R. Acc. d. Linc. [5a], **11**, 542 (1902); Z. Kryst. **40**, 93 (1904).
52. Hellgelblich, radialfaserig, von ebenda; anal. Derselbe, wie oben. Die Analyse wurde an 0,09 g Substanz ausgeführt.
53. Aus Basalt von Montresta (Sardinien); anal. J. Deprat, Bull. Soc. min. **31**, 181 (1908).
54. „Pulveriger Stilbit," Überzug auf Pegmatit des Speranzaganges bei S. Piero in Campo (Elba); anal. G. d'Achiardi, Atti Soc. tosc. sc. natur. Pisa **22**, 156 (1906); Z. Krysr. **44**, 665 (1907).

	55.	56.	57.	58.	59.
δ	—	—	—	2,16	2,103
Na_2O	1,93	0,91	1,85	1,39	0,32
K_2O	—	0,24	—	—	0,23
MgO	—	—	—	0,03	—
CaO	7,55	7,60	7,30	7,69	9,53
Al_2O_3	17,36	16,18	17,25	16,70	14,61
Fe_2O_3	—	—	—	—	0,47
SiO_2	55,26	56,62	55,25	56,88	58,79
H_2O	18,62	18,63	19,25	17,24	17,30
	100,72	100,18	100,90	99,93	101,25

55. Von den Faröerinseln; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 559 (1876).
56. Von ebenda; anal. Derselbe, ebenda **37**, 989 (1885).
57. Von Dalsnypen, Sandö; anal. Du Menil bei F. S. Beudant, Min. II, 120 (1832).
58. Von Stromö; anal. E. E. Schmidt, Pogg. Ann. **142**, 117 (1871).
59. Von Bordö; anal. F. Heddle, Min. Mag. **1**, 91 (1877).

	60.	61.	62.	63.
δ	2,164	—	—	—
Na_2O	2,01	7,00	1,21	2,17
K_2O	0,47	—	1,04	—
MgO	—	3,00	—	—
CaO	7,33	8,00	8,75	6,95
Al_2O_3	15,62	9,00	16,14	17,22
Fe_2O_3	—	—	0,25	—
SiO_2	55,61	56,00	57,41	56,08
H_2O	18,19	18,00	16,60	18,35
	99,23	101,00	101,40	100,77

[1]) Wasser aus der Differenz bestimmt.

60. Puflerit aus Melaphyr, vom Pufler Loch, Seißer Alpe; anal. Th. Petersen, Ber. Offenbacher nat. Ver. **14**, 102 (1873).

61. In Drusen des Ganggranits von S. Piero in Campo, Elba; anal. E. Bechi bei A. d'Achiardi, Miner. Toscana 1873, II, 117. Vgl. auch Analyse Nr. 36—39. Ungewöhnlich hoher Magnesiagehalt.

62. Von der Kupfererzgrube Bjelk im Glimmerschiefer, bei Gustafsberg, Jemtland (Schweden); anal. A. Sjögren, Öfv. Akad. Stockholm **1848**, 111.

63. Von den Faröerinseln; anal. Retzius, Arsber. **4**, 153, (1824).

	64.	65.	66.	67.
Na_2O	2,10	2,41	2,10	2,35
K_2O	—	—	—	0,07
MgO	0,05	—	—	—
CaO	7,50	8,10	7,57	7,89
Al_2O_3	17,63	18,32	17,28	17,12
SiO_2	56,30	52,43	57,32	52,80
H_2O	17,36	18,70	16,52	18,52
	100,94	99,96	100,79	98,75

64. Von Vagö, Faröerinseln, aus doleritischem Mandelstein; anal. E. E. Schmid, Pogg. Ann. **142**, 117 (1871).

65. Hypostilbit von den Faröerinseln; anal. F. Beudant, Miner. 1832, II, 120.

66. Von Margaretville, Annapolis Co. (Canada); anal. H. How, Phil. Mag. 1876, I, 134.

67. Hypostilbit aus dem Trappdistrikt von Dekkan, Indien; anal. S. Haughton, Phil. Mag. **13**, 510 (1857). Vgl. auch Analyse Nr. 34 von demselben Fundort.

	68.	69.	70.	71.	72.
δ	2,100	2,197	—	—	2,14
Na_2O	1,26	2,70	1,81	0,68 (Na₂O + K₂O)	0,51
K_2O	0,17	0,40	—		0,44
CaO	8,61	9,40	7,81	7,88	7,66
Al_2O_3	16,94	14,18	17,24	15,85	14,68[1]
SiO_2	54,83	55,10	54,27	57,91	58,22
H_2O unter 115°	2,43	—	19,56 (gesamt)	2,73	18,22 (gesamt)
H_2O über 115°	15,20	18,60		15,64	
	99,44	100,38		100,69	100,06

68. Von Rockhill, Berks Co. (Penns.); anal. John Eyerman, Miner. Pennsylv. 1911, II; Z. Kryst. **54**, 99 (1915).

69. Von Mc Kinneys Steinbruch, Germantown (Penns.); anal. wie oben.

70. Von Berks Co. (Penns.); anal. E. F. Smith, Nat. soc. Philad. **62**, 538 (1910); Z. Kryst. **52**, 79 (1913).

71. Stilbit von S. Piero in Campo (Elba); anal. G. d'Achiardi, Proc. verb. soc. tosc. sc. nat. Pisa, **14**, 89 (1904); Z. Kryst. **42**, 75 (1907).

72. Von Gellivara Malmberg; anal. A. Bygdén, Bull. geol. Inst. Univ. Upsala **6**, 92 (1903); Z. Kryst. **41**, 430 (1906).

	73.	74.	75.
δ	2,209	—	—
Na_2O	0,63	0,54	1,94
K_2O	1,65	—	—
CaO	8,02	8,00	8,00
Al_2O_3	15,84	16,95	16,31
SiO_2	58,53	57,40	54,51
H_2O	14,67	16,87	18,86
	99,34	99,76	99,62

[1]) Dazu 0,22% Fe_2O_3 und 0,11% MgO.

Alle zwei Analysen ausgeführt an Stilbit von Germantown, N. Jersey; anal. J. Eyerman, nach Z. Kryst. **42**, 502 (1907):

73. Gelbes Material.
74. Grauweißes Material.
75. Von Striegau; anal. K. Blaschke, Inaug.-Diss. (Breslau 1914).

Während des Druckes erschienen noch folgende Analysen:

	76.	77.	78.
δ	—	2,204	—
Na_2O	0,01	1,94	1,15
MgO	0,08	—	K_2O 0,45
CaO	8,06	8,00	7,10
Al_2O_3	15,48	16,31	16,70
Fe_2O_3	0,15	—	—
SiO_2	58,14	54,51	55,65
H_2O	18,57	18,86	18,95
	100,49	99,62	100,00

76. Weiße Kristallaggregate der Faröer; anal. Silvia Hillebrand, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 548 (1917).

77. Von ebenda; anal. A. Ortmann bei G. Tschermak, ebenda. Die Untersuchung ergab auch Spuren von Li, Sr und Ba.

78. Vom Berufjord (Island); anal. Ad. Gilbert bei I. Zoch, Chem. d. Erde **1**, 234 (1915).

Wassergehalt.

Die ersten Untersuchungen wurden von A. Damour[1]) ausgeführt. Weitere Untersuchungen stammen von C. Hersch.[2]) Er fand, daß Desmin nach je zweistündigem Erhitzen folgende Mengen Wasser verliert:

104°	3,84%	150°	8,71%	210°	12,16%
250	13,60	290	14,78	Rotglut	18,63

F. Rinne fand Zahlen, welche die Angaben A. Damours bestätigen, dagegen mit jenen von C. Hersch nicht gut übereinstimmen. Nach F. Rinne[3]) verloren:

1,7615 g über H_2SO_4 im Exsikkator nach 13 Tagen 3,97%,
2,4025 g " " " " " 13 " 3,22.

Bei erhöhter Temperatur fand er:

bei 125°	4,27%	bei 300°	14,69%
150	8,09	325	15,28
185	10,32	350	15,49
240	12,10	375	16,05
260	13,21	400	16,53
275	13,86		

Er folgerte daraus, daß beim Überschreiten der Temperatur von 100° schnell hintereinander drei Molekülen entsprechende Wassermengen abgegeben werden, daß aber bei höherer Temperatur der Wasserverlust weit langsamer vor sich geht als zwischen 100—200°.

[1]) A. Damour, Ann. chim. phys. **53**, 438 (1858).
[2]) C. Hersch, Inaug.-Diss. Zürich 1887; Z. Kryst. **17**, 216.
[3]) F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1897, I, 51.

F. Rinne bemerkt, daß bei der Entwässerung von Desmin die chemischen und physikalischen Verhältnisse verknüpft sind, und daß eine sprunghafte Veränderung weder im chemischen noch physikalischen Verhalten bemerkt wird.

In einer späteren Arbeit untersuchte F. Rinne,[1]) wie bei Heulandit (siehe unten), den Wärmeausgleich mit der auf höherer Temperatur gehaltenen Umgebung des Desmins. Er untersuchte bei Außentemperaturen von 150, 300, 380 und 530° allmählich ansteigend bis 600°. Als Resultat der Beobachtungen wird mitgeteilt, daß sowohl bei Heulandit, als auch bei Desmin Siedeerscheinungen des Kristallwassers fehlen. Der Wärmeausgleich zwischen ihnen und ihrer heißeren Umgebung ist ein allmählicher, ohne Sprünge. Desmin gibt sein Kristallwasser ohne Siedeerscheinungen ab.

E. Manasse[2]) bestimmte den Wassergehalt bei verschiedenen Temperaturen und erhielt folgende Verlustmengen:

Im Exsikkator 12 Tage	1,09%
bei 100—110°	2,30
180—185	7,84
250—255	11,87
350	14,86
Glühverlust	17,55

Er nimmt an, daß das Wasser, welches unter 250° abgeht, als Kristallisationswasser aufzufassen wäre, und das übrige als Konstitutionswasser.

Bei dem kieselsäurereichen Stilbit (Analysen Nr. 41 bis 44) bekam er:

Im Exsikkator (7 Tage)	1,07%
bei 75°	1,84
115—120	3,73
180	4,97
245	9,93
340—345	12,92
Glühverlust	14,98

G. d'Achiardi[3]) hat ebenfalls Versuche am „pulverigen" Stilbit von Elba ausgeführt.

Läßt man den bei 255° getrockneten Stilbit 2 Stunden in freier Luft stehen, so nimmt sein Gewichtsverlust von 11,72% bis auf 2,79% ab. Nach dem Glühen wird keine Veränderung des Gewichts mehr beobachtet. Ferner fand er, wie G. Friedel bei manchen Zeolithen, daß der Stilbit auch atmosphärische Luft wieder nach dem Erwärmen einsaugen kann. In dem bei 120° getrockneten Mineral beträgt der Gewichtsverlust 2,38%. Läßt man dasselbe 16 Stunden im Exsikkator, so nimmt der Verlust bis 1,63% ab, nach 20 Stunden bis auf 0,71%. Der Gewichtsverlust des auf 160° erwärmten Stilbits beträgt 7,2%; nach 16 Stunden nimmt er bis 4,09% ab.

F. Zambonini[4]) untersuchte die Entwässerung des Desmins vom Taigarhorn. Die Wasserverluste in feuchter und trockener Luft waren bei verschiedenen Temperaturen folgende:

[1]) F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1899, I, 25.

[2]) E. Manasse, Mem. soc. tosc. sc. nat. 17, 203 (1900); Z. Kryst. 35, 512 (1902).

[3]) G. d'Achiardi, Atti soc. tosc. sc. nat. Pisa 22, 150 (1906); Z. Kryst. 44, 665 (1907).

[4]) F. Zambonini, Atti R. Accad. Napoli 34, 112 (1908).

Temperatur in trockener Luft	Wasser-verlust
112°	7,88 %
175	11,51
210	13,56
265	14,68
325—330	15,66
385	15,97
440	17,56
Totalverlust	18,61 %.

Für feuchte Luft fand er:

118°	3,71 %
172—174	9,69
215	12,59
260	13,85
310	14,65
380	15,75

Aus den Versuchen geht hervor, daß die Tension des Wasserdampfes der umgebenden Luft von größtem Einfluß auf die Entwässerung ist. Bei 112° ist der Unterschied bei feuchter und trockener Luft 4 %. Die verlorene Wassermenge hat keine Relation mit dem totalen Wassergehalt des Zeoliths. Es können sich also keine verschiedenen Hydrate bilden. Die Entwässerungskurven haben einen regelmäßigen Verlauf ohne Knickpunkte.

Die Wiederaufnahme des Wassers in mit Wasserdampf gesättigter Luft nach 15 Stunden wird durch folgende Zahlen gegeben:

Gewichtsunterschied vor und nach Exposition in feuchter Luft	Erhitzungstemperatur in trockener Luft
+ 0,23 %	112°
+ 0,05	175
− 1,02	210
− 2,50	265
− 3,04	325—330
− 3,35	385
−17,33	440

Bei einer zweiten Versuchsreihe ergaben sich für den in feuchter Luft erhitzten Desmin (ebenfalls nach 15 Stunden) bei derselben Versuchsanordnung folgende Werte:

Gewichts-differenz	Temperatur bei Erhitzung in feuchter Luft
+ 0,19 %	118°
0,00	172—174
− 1,38	215
− 2,52	260
− 2,90	310
− 3,78	380

Trägt man die Temperaturen auf der Abszisse, die Gewichtsverluste auf der Ordinate auf, so erhält man eine Kurve, welche bis fast 260° kontinuierlich ist, dann wird sie ziemlich nahe horizontal, um endlich gegen 400° zu, eine plötzliche Biegung zu machen, und fast vertikal zu verlaufen.

Die Resultate stimmen gut mit jenen am Heulandit.

Wie schon früher erwähnt, nimmt F. Zambonini für diese Art von Wasser feste Lösung an.

F. Rinne[1]) hebt in seiner letzten Veröffentlichung, auf Grund der optischen Veränderungen hervor, daß bei den Desminen singuläre chemische Umstände mit singulären physikalischen Verhältnissen zusammenwirken.

Neue Untersuchungen wurden von A. Beutell und K. Blaschke[2]) durchgeführt. Dieselben wurden bereits im allgemeinen Übersichtsteil gewürdigt. Es sei auf die Ausführungen dort verwiesen. Ferner wurden Wässerungsversuche ausgeführt, welche auf bestimmte Hydrate weisen. Es wurde der Wassergehalt bei zahlreichen Versuchstemperaturen, die zwischen 20 und 380° lagen, bestimmt. Die Werte ergeben sprunghafte Unterschiede, welche Molekularzahlen entsprechen (?). In einigen Fällen sind diese Sprünge deutlich, in anderen weniger. Es sei auf die Tabelle des Originals verwiesen, sowie auf die S. 9 abgebildete Kurve. Die von F. Rinne beobachtete Einachsigkeit des Desmins fällt mit dem Gebiet der kleinsten Beständigkeitsintervalle zusammen. Das Resultat der Untersuchungen, daß der Desmin 14 Hydrate aufweist, ist wenig wahrscheinlich. Siehe unten bei Heulandit.

Formel.

Ich gebe hier einige Berechnungen von C. F. Rammelsberg,[3]) unter Hinweglassung von alten Analysen:

Fundort	Analytiker	$\overset{II}{R}$:Al:Si:H_2O	R:Ca
Färöer	E. E. Schmid	1 : 2 : 5,4 : 5,6	1 : 2
„	J. Lemberg	1 : 2 : 5,4 : 6,1	1 : 2
Table Mount.	F. W. Hillebrand	1 : 2 : 5,5 : 6,4	1 : 3
Miagegletscher	A. Cossa	0,8 : 2 : 5,6 : 6	
Port Glasgow	Freese	1,1 : 2 : 5,7 : 5,8	1 : 2
Stromö	E. E. Schmid	1 : 2 : 5,8 : 5,8	1 : 3
Striegau	C. F. Rammelsberg	1 : 2 : 5,8 : 6	1 : 3
Gustafsberg	A. Sjögren	1 : 2 : 6 : 5,8	
Barbrogrube	A. Sjögren	0,9 : 2 : 6 : 6	1 : 10
Seisser Alpe	Th. Petersen	1,1 : 2 : 6 : 6,5	1 : 1,8
Island	C. Hersch	1 : 2 : 6,2 : 6,8	1 : 4
Rezbánya	K. Hidegh	1 : 2 : 6,2 : 6	
Vieschgletscher	A. Brun	1 : 2 : 6,4 : 6,7	
Cziklova	K. Hidegh	1 : 2 : 6,6 : 6,2	
Berufjord	Weber	1,3 : 2 : 6,6 : 6,1	1 : 3,4
Bordö	F. Heddle	1,3 : 2 : 6,8 : 6,6	
Rautenbusch	Davidson	1,4 : 2 : 7,4 : 8	
„	A. Hutkinson	1,6 : 2 : 7,7 : 8,5	

[1]) F. Rinne, Fortschr. d. Min. etc. 3, 168 (1913).
[2]) A. Beutell u. K. Blaschke, ZB. Min. etc. 1915, 4.
[3]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 1895, 378.

Die Formel ist $\overset{II}{R}Al_2Si_6O_{16} + 6H_2O$ oder

$$n(CaAl_2Si_6O_{16} + 6H_2O)$$
$$Na_2Al_2Si_6O_{16} + 6H_2O.$$

C. F. Rammelsberg bemerkt aber, daß auch das Verhältnis 1:2:5,5 vielfach vorhanden sei, was der Formel

$$Ca_2Al_4Si_{11}O_{30} . 12H_2O$$

entsprechen würde.

W. Fresenius[1]) untersuchte die Beziehungen zu Harmotom und Desmin. Er nimmt für Philipsit und Desmin die Formel an:

$$x(RAl_2Si_2Si_4O_{16} . 6H_2O) + y(RAl_2RAl_2Si_4O_{16} . 6H_2O).$$

W. Fresenius hat eine Anzahl Analysen von Desmin berechnet:

Fundort	Analytiker	R	R_2	Si	H_2 luft-trocken	H_2 über H_2SO_4 im Vakuum	H_2 bei 100° ge-trocknet
Desmin von Niederkirchen, Rheinbayern	Riegel	0,90	1	5,02	—	—	4,80 (?)
Desmin vom Rheintal, Uri .	G. Leonhard	0,80	1	5,17	—	—	5,26 (?)
„ „ Färöer Vaagö .	E. E. Schmid	0,98	1	5,48	—	—	5,63
Puflerit von d. Seisser Alp, Tirol	B. Buckeisen	1,17	1	5,56	6,02 (?)	—	—
Desmin von Andreasberg . .	Kerl	0,86	1	5,85	—	—	5,66 (?)
„ „ Färöer Stromö . .	E. E. Schmid	1,00	1	5,91	—	—	5,98
„ „ Färöer	Moss	1,00	1	5,94	6,18 (?)	—	—
„ „ Ilmengebirge . .	R. Hermann	0,97	1	5,95	6,25 (?)	—	—
„ „ Barbrogrube . .	A. Sjögren	0,93	1	6,05	—	—	5,71
„ „ Gustafsberg Jemtland	A. Sjögren	0,99	1	6,05	—	—	5,83
„ „ d. Seisser Alp, Tirol	Th. Petersen	1,11	1	6,11	6,66 (?)	—	—
„ „ Port Glasgow . .	Freese	1,03	1	6,13	—	6,28 (?)	—
„ „ Christiania . . .	Münster	1,14	1	6,39	—	—	6,19 (?)
„ „ Berufjord, Island .	Weber	1,12	1	6,67	—	6,78 (?)	—

C. Doelter[2]) hat auf Grund der Umschmelzung des Desmins, bei welcher sich büschelförmige Nadeln eines pyroxenartigen Minerals, nebst etwas Anorthit und Glas bildeten und unter der Annahme, daß nach den Versuchen A. Damours zwei Moleküle Kristallwasser vorhanden sind, wie dies auch G. Tschermak annahm, die Formel aufgestellt:

$$CaAl_2Si_4O_{12} . 2SiO(OH)_2 . 4H_2O.$$

Die Formel wird geschrieben von P. Groth,[3]) wie die von C. F. Rammelsberg, bzw.

$$(Ca, Na_2, K_2)Al_2Si_6O_{16} : 6H_2O.$$

Jedoch bemerkt er, daß gewisse Varietäten auch eine Mischung dieses Silicats mit $Ca_2Al_4Si_4O_{16} . 6H_2O$ darstellen.

G. Tschermak[4]) schrieb 1894 die Formel:

$$H_4CaAl_2Si_6O_{18} . 4H_2O.$$

[1]) W. Fresenius, Z. Kryst. **3**, 68 (1879).
[2]) C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 132.
[3]) P. Groth, Chem. Kryst. II, 280 (1908).
[4]) G. Tschermak, Min. 1894, 504.

Später schreibt er[1]):

$$CaO . Al_2O_3 . 6SiO_2 . 7H_2O.$$

G. Tschermak[2]) berechnet aus seinen neuen Analysen (Fundort Färöer) folgende Verhältnisse:

	Si	: Al :	Ca	: H_2O	: Si :	H_2O
Nr. 76	6,33	: 2 :	0,957	: 13,52	: 1 :	2,139
Nr. 75	5,66	: 2 :	1,075	: 13,12	: 1 :	2,136

Für Desmin stellt er die Formel auf:

$$CaAl_2Si_2O_8H_2O . H_8Si_4O_{12} . 2Aq.$$

Der Desmin von den Färöer lieferte bei der Zersetzung mit verdünnter Salzsäure eine Kieselsäure mit 20,93% Wasser, ein zweiter Versuch ergab 21,19%. Die Säure hat die Zusammensetzung $H_{11,3}Si_{6,3}$, was 21,13% Wasser entspricht.

G. Tschermak[3]) hat eine große Anzahl von Analysen geprüft und neu berechnet. Nach Ausscheiden von acht Analysen, welche er nicht für zuverlässig erachtet, verbleiben 26 Analysen, auf welche er seine Berechnungen basiert.

Aus den angeführten Verhältnissen ergibt sich, ebenso wie für Heulandit (vgl. unten S. 188), ein Schwanken um das Verhältnis Si : Al = 6 : 2, wobei die Grenzen Si_8 und Si_4 waren.

Wahrscheinlich sind zwei Moleküle Kristallwasser enthalten.

Dementsprechend folgt für die obere Grenze $Si_8H_{12}O . KcOH_2 . 2aq$ und für die untere Grenze $Si_2H_4O_6 . KcOH_2 . 2aq$.

Die Desmine waren demnach aus folgenden vier Verbindungen zusammengesetzt:

$$\begin{aligned}
&A.\ Si_8Al_2CaH_{18}O_{29} = Si_6H_{12}O_{18} . Si_2Al_2CaO_8OH_2 + 2aq.\\
&B.\ Si_6Al_2CaH_{14}O_{23} = Si_4H_8O_{12} . Si_2Al_2CaO_8OH_2 + 2aq.\\
&C.\ Si_6Al_2CaH_{10}O_{21} = Si_4H_4O_{10} . Si_2Al_2CaO_8OH_2 + 2aq.\\
&D.\ Si_4Al_2CaH_{10}O_{17} = Si_2H_4O_6 . Si_2Al_2CaO_8OH_2 + 2aq.
\end{aligned}$$

Die prozentische Zusammensetzung ist dieselbe, wie bei Heulandit, nur für die erste tritt ein höherer Wassergehalt ein. Die Mischungsregel ist also bei beiden Zeolithen fast dieselbe. Es werden demnach auch hier wie bei anderen Zeolithen unterschieden: ein Kern, das angelagerte Wasser, die Kieselsäure und das Kristallwasser, also vier Gruppen. Das Wasser kann daher höchstens in drei verschiedenen Bindungen vorhanden sein.

F. W. Clarke[4]):

$$CaAl_6(Si_3O_8)_6 . 18H_2O.$$

Jedoch vertritt er die Ansicht, daß in manchen Desminen die Gruppe Si_3O_8 durch SiO_4 vertreten sein kann. E. Manasse[5]) führt Beispiele für die beiden Arten von Desminen von Elba an (vgl. S. 169).

[1]) G. Tschermak-Becke, Min. 1915, 613.
[2]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **126**, 550 (1917).
[3]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **127**, 253 (1918).
[4]) F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 125, 101.
[5]) E. Manasse, Mem. soc. tosc. d. sc. nat. Pisa **17**, 203 (1900); Z. Kryst. **35**, 513 (1902).

Die Konstitutionsformel des Desmins ist im Sinne F. W. Clarkes:

$$\begin{array}{l} \quad\; SiO_4 \equiv Al \\ Al \!\!-\!\! SiO_4 \equiv H_3 \\ \quad\; SiO_4 = H_2 \\ \quad\;\; | \\ \quad\; Ca \qquad\qquad + 8H_2O. \\ \quad\;\; | \\ \quad\; Si_3O_8 = Ca \\ Al \!\!-\!\! Si_3O_8 \equiv H_3 \\ \quad\; Si_3O_8 \equiv Al \end{array}$$

E. Manasse[1]) stellt dagegen folgende Konstitutionsformel auf:

$$\begin{array}{l} \quad\; SiO_4 \\ \qquad\qquad\quad\; Al(OH)_2 \\ Al \!\!-\!\! SiO_4 \!\!-\!\! Al(OH)_2 \\ \qquad\qquad\quad\; H \\ \quad\; SiO_4 = H_2 \\ \quad\;\; | \\ \quad\; Ca \qquad\qquad\qquad + 7H_2O. \\ \quad\;\; | \\ \quad\; Si_3O_8 = Ca \\ \qquad\qquad\quad\; Al(OH)_2 \\ Al \!\!-\!\! Si_3O_8 \!\!-\!\! Al(OH)_2 \\ \qquad\qquad\quad\; H \\ \quad\; Si_3O_8 \equiv Al \end{array}$$

Eigenschaften.

Spaltbar vollkommen nach (010); unebener Bruch. Spröde. Härte über 3. Dichte 2,1—2,2.

Glasglanz, auf der Spaltfläche perlmutterglänzend. Farblos, weiß, grauweiß, gelblichweiß, rötlichweiß; auch ziegelrot und braun. Brechungsquotienten:

$$N_\alpha = 1{,}494; \quad N_\beta = 1{,}498; \quad N_\gamma = 1{,}500.$$

Nach Bestimmungen von A. Michel-Lévy und A. Lacroix[2]) an Kristallen von Kilpatrik (Na-Licht). Am Puflerit wurde die Doppelbrechung $N_\gamma - N_\alpha$ mit 0,0093 bestimmt.

Der Winkel der optischen Achsen $2E$ beträgt nach A. v. Lasaulx[3]) 53—52° für blaues Licht. A. Des Cloizeaux[4]) fand ihn an einem Kristall von den Faröerinseln mit 51° 10′ für Rot und 52° für Blau.

A. Des Cloizeaux[4]) beobachtete eine kleine Zunahme bei 75°. F. Rinne[5,6]) untersuchte die optischen Veränderungen beim Erhitzen. Mit der Entwässerung ist eine Veränderung der Lage der optischen Achsen verbunden, indem sich ihr Winkel viermal zu 0 zusammenschließt und sich dann in einer anderen Ebene öffnet.

J. Joly[7]) bestimmte die spezifische Wärme mit 0,2621.

Vor dem Lötrohre[8]) bläht sich Desmin auf, krümmt und windet sich und schmilzt zu weißem blasigen Glas.

---

[1]) E. Manasse, Mem. soc. tosc. d. sc. nat. Pisa **17**, 203 (1900); Z. Kryst. **35**, 513 (1902).
[2]) A. Michel-Lévy u. A. Lacroix, Minér. d. roches. Paris 1888, 319.
[3]) A. v. Lasaulx, Z. Kryst. **2**, 579 (1878).
[4]) A. Des Cloizeaux, Man. Minér. 1862, 416.
[5]) F. Rinne, Mon.-Ber. Berliner Ak. **46**, 1175 (1890).
[6]) F. Rinne, Fortschr. d. Min. etc. **3**, 173 (1913).
[7]) J. Joly, Proc. Roy. Soc. **41**, 250 (1887).
[8]) V. Goldschmidt, Z. f. anal. Chem. **17**, 267; Z. Kryst. **9**, 57 (1894).

Im Kölbchen wird er matt und undurchsichtig.

Durch Salzsäure unter Abscheiden von pulveriger bis schleimiger Kieselsäure löslich.

F. Rinne[1]) glühte das durch Einwirkung der Salzsäure erhaltene Kieselgel und erhielt eine Pseudomorphose von SiO_2 nach Desmin; diese zeigt optische Verhältnisse, welche an den unversehrten Desmin erinnern.

Nach A. Kenngott reagiert das Pulver alkalisch.[2]) F. W. Clarke bestätigte das.[3])

Umwandlung.

Desmin ist nur wenig Umwandlungen unterworfen. F. Heddle[4]) fand Pseudomorphosen von Albit nach diesem Mineral. Quarz nach Desmin scheint etwas häufiger. Letztere Umwandlungen werden angeführt von W. Haidinger,[5]) R. Blum, F. Heddle[6]) u. a.

Ch. R. van Hise[7]) hat Formeln für die Umwandlung des Desmins (Stilbits) in Albit und Orthoklas gegeben. Die erstere soll nach folgender Reaktion vor sich gehen:

$$Ca_3Al_6Si_{19}O_{48} . 18H_2O + 3Na_2CO_3 = 6NaAlSi_3O_8 + 3CaCO_3 + 18H_2O - k.$$

k hat den Wert von 31,67 %.

Die zweite Umwandlung wird durch folgende Reaktionsgleichung erklärt:

$$Ca_3Al_6Si_{18}O_{48} . 18H_2O + 3K_2CO_3 = 6KAlSi_3O_8 + 3CaCO_3 + 18H_2O - k.$$

Der Wert vom k beträgt 25,66 %.

Auf S. 169 werden wir den umgekehrten Vorgang: Umwandlung von Orthoklas in Desmin von Elba sehen.

Künstliche Umwandlung.

Behandlung mit KCl-Lösung und NaCl-Lösung. J. Lemberg[8]) behandelte Desmin von den Färöer (siehe Analyse Nr. 55) mit dieser Lösung durch 13 Tage und erhielt ein Kalksilicat (1), welches dann wieder durch Behandlung mit Chlorcalciumlösung in Desmin übergeführt wurde (2).

Durch Behandlung mit Kochsalzlösung durch 3 Tage wurde Natrondesmin erhalten (3).

	1.	2.	3.
Na_2O	—	—	10,53
K_2O	15,65	1,05	—
CaO	—	8,62	0,10
Al_2O_3	17,43	17,53	17,34
SiO_2	56,90	55,10	56,11
H_2O	10,02	17,63	15,92
	100,00	99,93[9])	100,00

[1]) F. Rinne, Fortschr. d. Min. etc. 3, 173 (1913).
[2]) A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 303 u. 308.
[3]) F. W. Clarke, Z. Kryst. 32, 609.
[4]) F. Heddle, Phil. Mag. [4] 17, 44 (1859).
[5]) W. Haidinger in R. Blums Pseudom. I, 1.
[6]) F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh 27, 510 (1875).
[7]) Ch. R. van Hise, Metamorphisme, 334.
[8]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 28, 559 (1876).
[9]) Im Original Summe 100,00.

Später hat derselbe Forscher[1]) diese Versuche neuerdings aufgenommen:

	4.	5.	6.
Na_2O . . .	—	9,74	10,63
K_2O	14,42	—	—
Al_2O_3 . . .	15,83	16,35	17,62
SiO_2	56,81	57,09	62,48
H_2O	12,94	16,82	9,27
	100,00	100,00	100,00

4. Desmin einen Monat mit KCl-Lösung bei 100° behandelt.
5. Der erhaltene Kali-Desmin 14 Tage mit NaCl-Lösung behandelt bei 100°.
6. Der erhaltene Natron-Desmin 1029 Stunden mit NaCl-Lösung bei 210—220° behandelt.

	7.	8.	9.	10.
Na_2O	11,12	—	11,46	—
K_2O	—	17,18	—	17,11
Al_2O_3	17,83	18,51	17,73	18,39
SiO_2	62,08	62,77	61,87	62,95
H_2O	8,97	7,54	8,94	1,55
	100,00	—	100,00	100,00

Das Produkt des Versuchs Nr. 6 wurde 190 Stunden mit Chlorkaliumlösung bei 210—220° behandelt. Es ergab sich statt eines wasserfreien Leucits ein Silicat mit 2,31% H_2O. Die Analcimierung war nicht vollendet, daher wurden weitere Versuche ausgeführt.

7. Natron-Desmin, 74 Stunden bei 220° mit einer Lösung von 3 Teilen Na_2SiO_3, 10 NaCl und 60 Teilen Wasser behandelt: es bildeten sich Körner.

8. Das vorige Produkt 79 Stunden mit Chlorkaliumlösung bei 210° behandelt. Im Original das Wasser mit 7,54 angegeben, richtiger wohl 1,54.

9. Natron-Desmin, 186 Stunden bei 210—220° mit einer Lösung von Borax (2 Teile), 10 Teilen NaCl und 70 Wasser behandelt.

10. Das Produkt des vorigen Versuches 72 Stunden mit Chlorkaliumlösung bei 210—220° behandelt.

Einwirkung von Chlorammonium.

Zwei Proben von Wassons Bluff, N. Scotia mit Salmiak geschmolzen, mit Wasser ausgelaugt und getrocknet, ergaben nach F. W. Clarke[2]) folgende Zahlen (die Analyse des frischen Desmins siehe S. 155):

	A.	B.
NH_3	5,12	5,13
Na_2O	0,08	0,15
CaO	1,86	1,46
Al_2O_3	18,36	18,25
SiO_2	60,80	60,67
H_2O	12,96	13,91
Cl	1,31	1,04
	100,49	100,61
ab $O = Cl_2$	0,29	0,23
	100,20	100,38

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 989 (1885).
[2]) F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. [4] **13**, 27 (1902); Z. anorg. Chem. **29**, 339 (1902). Ref. Z. Kryst. **38**, 674 (1903).

Kochen mit Natriumcarbonat zieht aus natürlichem Desmin 1,37% lösliche Kieselsäure aus, nach dem Glühen wurden nur 1,03% erhalten.

In B wurden 1,52% lösliche Kieselsäure gefunden, nach dem Glühen wurden nur 1,62% gefunden. Daraus ist ersichtlich, daß das Ammoniumderivat ein Ammonium-Stilbit ist.

Sieht man von dem Wasser und der 1,37%igen löslichen Kieselsäure im Desmin ab, so erhält man die Formel:

$$Na_{40}Ca_{140}Al_{332}Si_{901}O_{2460}.$$

Das Ammoniumderivat ergibt unter ähnlichen Voraussetzungen:

$$(NH_3)_{301}Na_4Ca_{26}Al_{358}O_{2684}.$$

Versuche von A. Beutell und K. Blaschke.[1]) Die Versuche wurden am Striegauer Desmin ausgeführt. Das reine Mineralpulver wurde mit Salmiaklösung in Flaschen geschüttet und diese verschlossen; sie wurden bei einer konstanten Temperatur von 28° geschüttelt.

Die Resultate waren folgende:

Ersatz des Ca durch NH_4 in neutraler Lösung.

Versuchsdauer	Abdestilliertes NH_3	Ersetztes Ca	
Tage	mg	mg	%
$2^1/_2$	13,18	15,70	51
5	19,14	22,52	73
15	25,06	29,48	96

Ersatz des Ca durch NH_4 in ammoniakalischer Lösung.

Versuchsdauer	Abdestilliertes NH_3	Ersetztes Ca	
Tage	mg	mg	%
$2^1/_2$	15,87	18,67	64
5	23,53	27,68	90
15	26,25	30,88	100

Eine Anlagerung von NH_3 an die Hydroxylgruppen hat nicht stattgefunden, es ist nicht mehr Ammonium eingetreten, als dem Calcium entspricht.

Es wurden auch Versuche mit völlig entwässertem Desmin, welcher, wie dieselben Forscher festgestellt hatten (siehe S. 9), das ausgetriebene Wasser nicht mehr aufnimmt, ausgeführt. Es ergab sich, daß in solchen nach 15 Tagen nur $^1/_{10}$ des Calciums ersetzt wurde.

Behandlung mit Chlorbariumlösung.

J. Lemberg[2]) hat Desmin durch einen Monat mit dieser Lösung am Wasserbade behandelt. Er erhielt ein Salz, in welchem fast das ganze Calcium durch Barium ersetzt war.

---

[1]) A. Beutell u. K. Blaschke, ZB. Min. etc. 1915, 142.
[2]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 559 (1876).

Die Analyse ergab:

CaO	0,40
BaO	21,05
Al_2O_3	15,51
SiO_2	49,37
H_2O	13,67
	100,00

Das Produkt ist also ein Barium-Desmin.

Löslichkeit in Wasser. G. Steiger[1]) fand bei Behandlung mit 50 ccm Wasser bei 70° Fahrenheit das Äquivalent von Na_2O in der Lösung mit 0, 05 % bei einem Totalalkaliengehalt von 1,00 %.

Versuche von Ilse Zoch.[2]) Es wurden mit dem Desmin vom Berufjord Versuche der Einwirkung von Chlorammoniumlösung in der Weise ausgeführt, daß eine gewogene Menge des Minerals bestimmte Zeit hindurch mit einem abgemessenen Volum der Lösung geschüttelt und dann abfiltriert wurde. Es wurde der Einfluß der Temperatur, der Zeit, der Korngröße, der Konzentration versucht. Diese Gleichgewichtsversuche, bei welchen ein gegenseitiger Austausch, vor allem der Kationen: Calcium im Desmin, und Ammonium in der Lösung stattfand, führten zu den nachstehend zusammengefaßten Ergebnissen:

1. Die Reaktion verläuft anfangs verhältnismäßig rasch, doch nimmt ihre Geschwindigkeit dauernd ab, so daß, wenn Desmin von der Korngröße 0,5 bis 0,25 mm benutzt wird, erst nach 40—50 Tagen ein echtes Gleichgewicht erreicht wird.

2. Fein gepulverter Desmin tritt, wie zu erwarten war, leichter in Wechselwirkung mit der Lösung, die Korngröße ist daher von Einfluß auf die Reaktion.

3. Temperaturerhöhung befördert die Diffusion der Kationen.

4. Die Lösung enthält im Gleichgewicht weder Kieselsäure noch Tonerde: Der Chlorgehalt bleibt nahezu gleich. Die aus der Lösung ausgewanderten Millimole Ammonium sind annähernd gleich der Summe der Milliäquivalente Calcium, Natrium und Kalium, die vom Mineral abgegeben wurden. Es handelt sich nur um einen Austausch der Kationen von Chlorammonium und des Silicats.

5. Erhöht man die Anfangskonzentration der Lösung an Ammoniumchlorid, so wächst auch die vom Zeolith aufgenommene Menge Ammonium, jedoch um immer kleinere Beträge.

Mit der angewandten Menge Desmin nimmt auch der Betrag der gegeneinander ausgetauschten Kationen zu, jedoch nicht proportional, sondern langsamer.

Desmin hat ein großes Austauschvermögen, allerdings ist es geringer, als das des Chabasits.

Silbernitratlösung reagiert bei 50° lebhaft.

Wichtig ist, daß der Quotient $\frac{x}{a}$, welcher das Verhältnis der gesamten aus dem Desmin in Lösung gegangenen Millimole Kationen angibt, nicht konstant ist, wie infolge der drei Kationen im Desmin zu erwarten war.

[1]) G. Steiger, Am. Journ. Chem. Soc. **21**, 437 (1898). Ref. Z. Kryst. **34**, 204 (1901).
[2]) I. Zoch, Chem. d. Erde, I, 220 (1915).

Es wurde auch die Formel der H. Freundlichschen Adsorptionsisotherme:

$$\frac{x}{m} = a \cdot c^{\frac{1}{n}}$$

geprüft, in welcher x die vom Adsorbens aufgenommene Menge des zu absorbierenden Stoffes in Millimol, m die Menge des Adsorbens in Grammen, c die Konzentration der Lösung in Millimol per Kubikzentimeter und a und $\frac{1}{n}$ Konstanten sind.

Setzt man die entsprechenden Werte für Desmin ein, so ergibt sich, daß die Beziehungen zwischen den Gleichgewichtskonzentrationen in der Lösung und im Silicat gut wiedergegeben werden. Die Formel läßt sich in einem mäßigen Konzentrationsbereich als Interpolationsformel für den Kationenaustausch zwischen Desmin und Chlorammoniumlösung benützen.

I. Zoch hat auch konstatiert, daß durch den Austausch der Kationen bei 50° bzw. 100° optische Veränderungen beobachtet wurden. So verloren Desmin vom Berufjord und von Nalsö ihre Doppelbrechung weitgehend oder völlig; wenn Ca, Na oder K durch Ammonium ersetzt wurden, erlangten sie sie wieder durch Digestion mit Natronlauge und mit Silbernitrat, um sie bei wiederholter Einwirkung von Ammonchlorid aufs neue zu verlieren.

Dagegen veränderten Silbernitrat und Kupferchlorid die Doppelbrechung nicht merklich. Ersatz des Kations durch Kupfer rief Grünfärbung hervor, die bei Austausch des Kupfers gegen Ammonium wieder völlig verschwindet.

Früher schon hatte R. Gans[1]) Versuche, betreffend das Austauschvermögen von Desmin gegen Chlorammoniumlösung bei Zimmertemperatur ausgeführt. Vgl. auch H. Eichhorn.[2])

Bildung von Desmin aus Orthoklas.

E. Manasse[3]) erklärt die Bildung der Elbaner Zeolithe durch Verwitterung von Feldspat. Der Orthoklas zeigt einen zweifachen Verwitterungsvorgang, in Kaolin und in Zeolith, wie dies folgende Analysen zeigen:

	1.	2.	3.	4.
Na_2O	4,14	5,01	4,63	2,03
K_2O	11,41	—	—	1,75
CaO	0,24	3,82	2,08	4,92
Al_2O_3	18,14	23,98	32,88	17,04
Fe_2O_3	—	0,18	Spur	Spur
SiO_2	64,85	51,64	45,44	61,54
H_2O	0,81	15,37	14,97	13,70
	99,59	100,00	100,00	100,98

Aus der Differenz bestimmt.

1. Orthoklas aus Biotitgranit vom S. Piero in Campo.
2. Erstes Verwitterungsstadium.
3. Stadium der Verwitterung, besonders zu Kaolin.
4. Stadium der Verwitterung zu Zeolith.

[1]) R. Gans, J. preuß. geol. L.-A. **26**, 199 (1905).
[2]) H. Eichhorn, Hartsteins Landw. Mitt. **2**, 137 (1909).
[3]) E. Mannasse, Mem. soc. tosc. d. sc. nat. Pisa **17**, 203 (1900). Ref. Z. Kryst. **35**, 515 (1902).

Allerdings ist jedenfalls noch etwas Orthoklas vorhanden, da der Kalk- und Wassergehalt zu gering sind.

Genesis und Vorkommen.

Desmin findet sich in Hohlräumen von basaltischen und verwandten Gesteinen, ferner auch in Hohlräumen von Granit, Syeniten, Gneisen und auch auf Klüften von kristallinen Schiefern. Aber auch auf Erzlagerstätten ist er zu treffen, namentlich auf einzelnen Eisenerzlagerstätten, sowie Kupferlagerstätten.

Bemerkenswert ist die Bildung desselben unter den Zersetzungsprodukten des Granits bei Olette, durch die Therme Cascade. Demnach scheint er ein Umwandlungsprodukt von Feldspaten zu sein, wahrscheinlich durch Thermen hervorgebracht. Seine Bildungstemperatur scheint, dem hohen Wassergehalt nach zu urteilen, nicht hoch zu sein.

E. Baur[1]) fand bei seinen Arbeiten über hydrothermale Silicate auch desminähnliche Bildungen.

Epidesmin.

Unter diesem Namen wurde ein rhombischer Zeolith, welcher chemisch mit dem Desmin übereinstimmt, von V. Rosický u. St. J. Thugutt eingeführt.

Analysen.

	1.	2.	3.
δ	2,152		—
Na_2O	0,88	0,88	0,88
K_2O	0,67	0,67	0,67
MgO	0,06	0,06	0,06
CaO	7,58	7,58	7,60
Al_2O_3	16,00	16,00	16,03
SiO_2	56,66	55,92	56,03
H_2O	18,69	18,69	18,73
R	0,44	—	—
	100,98	99,80	100,00

1. bis 3. Von der Grube „Gelbe Birke“ Schwarzenberg, Erzgebirge; anal. St. J. Thugutt bei V. Rosický u. St. J. Thugutt, ZB. Min. etc. 1913, 425.

1. Resultate der Analyse; R ist der in der Flußsäure unlösliche Teil.

2. Von diesen Werten wurde der Rest abgezogen und zwar so, daß $R = 0,74\%$ SiO_2, $0,21\%$ Al_2O_3, $0,07\%$ CaO und $0,20\%$ Alkali ist. Es wird angenommen, daß der in Flußsäure unlösliche Rest der Kieselsäurefällung aus Elementen des Orthoklases besteht, so daß von der unter 1. angeführten SiO_2-Zahl noch diejenige Kieselsäure, welche auf $0,21\%$ Al_2O_3 im Verhältnis $6SiO_2 : 1Al_2O_3$ abzuziehen ist.

3. Die Zahlen von 2 auf 100 umgerechnet.

Formel. Das Molekularverhältnis ist:

$$\begin{array}{ccccccc} Na_2O & : K_2O : & CaO & : MgO : & Al_2O_3 : & SiO_2 & : H_2O \\ 1419 & : 711 : & 13555 & : 149 : & 15685 : & 92919 & : 103963 \\ & & 1{,}01 & & : 1 & : 5{,}92 & : 6{,}63 \end{array}$$

[1]) E. Baur, Z. phys. Chem. 72, 119 (1911).

Daraus berechnet sich die Formel:

$$3\,Ca(Na_2, K_2)Al_2Si_6O_{16} \cdot 20\,H_2O.$$

Diese Formel ist nach den Autoren auch die des Desmins. Sie vermuten, daß die Alkalimetalle nichts mit der eigentlichen Verbindung des Desmins: $3\,CaAl_2Si_6O_{16} \cdot 20\,H_2O$ zu tun haben, vielmehr daß dieselbe in Form selbständiger Silicate auftreten, nämlich:

$$K_2Al_2Si_6O_{16} \cdot 3\,H_2O \quad \text{und} \quad 3\,Na_2Al_2Si_6O_{16} \cdot 8\,H_2O.$$

Eigenschaften. Spaltbar nach den zwei Pinakoiden, stärker nach (100) als nach (010). Dichte 2,16. Niedrige Lichtbrechung. Auslöschung parallel den vertikalen Kanten. Die Ebene der optischen Achsen ist (100). Doppelbrechung negativ. Die maximale Doppelbrechung ist 0,015.

Vor dem Lötrohre sehr leicht schmelzbar, unter Anschwellen und Krümmen, zu weißem glänzenden Glas. Im geschlossenen Glasrohr gibt das Mineral Wasser, wird weiß und undurchsichtig. Wie bei Desmin ist wäßrige Methylenlösung wirkungslos, wenn man aber vorher erhitzt, so tritt starke Lilafärbung ein. Mit $10\,^0/_0$igem Silbernitrat und $20\,^0/_0$igem Kaliumchromat tritt helle Orangefärbung ein. In verdünnter Salzsäure unter Abscheidung sandig-schleimiger Kieselsäure löslich.

Vorkommen. Krusten auf Kalkspatkristallen zusammen mit Orthoklas. Auch findet man Stufen, an welchen die Kalkspatkristalle ausgelaugt sind. Die Unterlage solcher Stufen ist grüner Flußspat.

Heulandit. (Stilbit z. T.)

Von **C. Doelter** (Wien).

Monoklin-holoedrisch.

$a:b:c = 0{,}4035:1:0{,}4293,\ \beta = 91^0\,25'$ (nach P. Groth).

Synonym: Stilbit z. T.

Die Mineralien Heulandit, Epistilbit und Brewsterit stehen einander kristallographisch sehr nahe, unterscheiden sich aber, was die beiden erstgenannten anbelangt, chemisch, während die beiden anderen als isomorphe Verbindungen aufgefaßt werden können, da beide analoge Formeln aufweisen und nur dadurch verschieden sind, daß das Calcium des Heulandits im Brewsterit durch Strontium und Barium vertreten ist (siehe diesen bei den Strontiumsilicaten). Vgl. S. 175.

Analysenzusammenstellung.

Es gibt Heulandite ohne Alkali, doch dürfte bei älteren Analysen vielleicht dies auch dadurch verursacht sein, daß die Alkalibestimmung unterlassen wurde. Immerhin gibt es Heulandite mit sehr geringem Alkaligehalt und solche mit merklichem. Es wurden daher die Analysen derart angeordnet, daß zuerst jene Analysen kommen, bei welchen der Alkaligehalt fehlt, dann solche mit geringem Alkaligehalt (bis zirka $2\,^0/_0$), endlich solche mit beträchtlicherem Alkaligehalt. Zum Schlusse sind solche Analysen gebracht worden, bei welchen ein geringer Gehalt an Strontium nachgewiesen ist, welche demnach Beimengungen des Brewsteritsilicats

$$H_4(Sr, Ba)Al_2(3\,SiO_3)_6 \cdot 3\,H_2O$$

aufweisen.

Analysen ohne Alkaligehalt.

	1.	2.	3.	4.
δ	2,164	2,339	—	—
CaO	8,42	9,53	8,90	8,54
Al_2O_3	17,48	17,72	16,25	16,95
SiO_2	59,82	57,15	57,00	57,53
H_2O	14,07	16,80	17,40	17,00
	99,79	101,20	99,55	100,02

1. Von Pojana, Siebenbürgen, aus Diabasporphyrit; anal. B. Medgyesy, Orv. term. Ezt. **10**, 85 (1885); Z. Kryst. **11**, 264 (1886).
2. In Turmalin führenden Granitgängen von S. Piero auf Elba; anal. E. Sansoni, Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Pisa **4**, 175 (1879); Z. Kryst. **4**, 397 und **5**, 603 (1882).
3. Von Lunddörrsfjäll, aus in Diabasporphyr autsetzenden Kalkspatgängen; anal. L. J. Igelström, N. JB. Min. etc. 1871, 361.
4. Kupfergrube Grufwaln (Schweden); anal. wie oben.

	5.	6.	7.	8.	9.
CaO	7,65	5,93	11,21	7,25	12,2
Al_2O_3	17,92	18,10	19,36 (Al₂O₃ + Fe₂O₃)	17,12	14,4
Fe_2O_3	—	—			
SiO_2	59,15	59,00	52,62	59,32	58,4
H_2O	15,40	16,67	17,74	16,48	14,9
	100,12	99,70	100,93	100,17	99,9

5. Von den Faröer; anal. Thomson, N. JB. Min. etc. 1835, I, 347.
6. Von Stromö; anal. F. Durocher, Ann. mines **19**, 578 (1841).
7. Aus den Drusen des Syenits von Biella; anal. F. Zambonini, Z. Kryst. **40**, 268 (1905). Im Original Summe 100,63. Alkalien nicht bestimmt.

F. Zambonini berechnet die Formel:

$$Ca_2Al_4Si_9O_{26} \cdot 10H_2O.$$

8. Auf Klüften des Hornblende-Andesits vom Cerro Yolomecatl (Mexico); anal. P. Jannasch, bei H. Lenk, Beitr. Geol. u. Pal. d. Rep. Mexico von Felix u. Lenk, T. II, Heft 2 (Leipzig 1898; Z. Kryst. **33**, 656 (1900).

Der Wassergehalt wurde folgendermaßen bestimmt:

H_2O bei 125°	4,05
„ „ 175—200°	8,51
„ „ 250—300°	9,37
„ „ Glühen	16,48

9. Kristalle von Ogasawarajima (Japan); anal. Kotoro Jimbo, J. Coll. sc. Tokyo **11**, 213 (1900); Z. Kryst. **34**, 223 (1901).

Heulandite mit kleinem Alkaligehalt bis 2%.

	10.	11.	12.	13.	14.
δ	2,24	2,24	2,2	—	—
Na_2O	0,50	0,82	Spur	0,35	1,42
K_2O	—	0,40	1,13	0,79	0,32
MgO	1,70	—	0,69	—	—
CaO	4,80	8,07	6,78	8,84	6,95
Al_2O_3	14,10	17,18	17,05	16,69	16,82
Fe_2O_3	1,30	—	—	—	—
SiO_2	64,20	57,38	57,68	58,31	59,53
H_2O	13,40	16,27	16,61	15,62	15,30
	100,00	100,12	99,94	100,60	100,34

10. Von Baltimore (Maryland), sog. Beaumontit, unreines Material; anal. A. Delesse, Ann. chim. phys. **9**, 385 (1843).
11. Anthracite Creek, Gunnison (Colorado); anal. L. G. Eakins u. H. N. Stokes, Bull. geol. Surv. U.S. **90**, 62 (1892); Z. Kryst. **24**, 624 (1895).
12. Von Adamstown, Lancaster Co. (Penns.); anal. Knerr u. Schönfeld, Am. Chem. Journ. **6**, 413 (1884).
13. Aus Hohlräumen des Amphibolgranits von der Struth, N.O. Suhl (Thüringen); anal. C. Fromme, Z. Kryst. **25**, 617 (1796).
14. Aus Mandelräumen des Melaphyrs von den Malutibergen (Orangestaat); anal. E. Cohen, N. JB. Min. etc. 1875, 116.

	15.	16.	17.	18.	19.
Na_2O . . .	—	0,65	1,30	1,51	1,37
K_2O	0,52	—	—	0,12	0,34
CaO	9,83	7,10	8,20	6,25	7,10
MnO . . .	0,05	—	—	—	—
Al_2O_3 . . .	11,70	17,78	16,70	15,67	16,80
Fe_2O_3 . . .	6,29	—	—	—	—
SiO_2 . . .	59,08	58,47	59,00	60,58	59,17
H_2O . . .	13,46	15,71	14,70	15,98	15,45
	100,93	99,71	99,90	100,11	100,23

15. Vom Kara-Dagh (Krim); anal. P. Orlow bei P. v. Tschirwinsky, Ann. soc. géol. et min. Russie **15**, 144 (1913).
16. Aus Basalt vom Cap Auk u. Cap Fligely, Kronprinz-Rudolf-Insel; anal. L. Colomba, in Oss. sc. spedizione polare Duca d. Abruzzi Mailand 1903; Z. Kryst. **41**, 279 (1906).

Er berechnet die Formel:

$$H_{10}Ca_2Al_4Si_{13}O_{39} . 7 H_2O .$$

17. Aus Basalt von Montresta; anal. J. Deprat, Bull. Soc. min. **31**, 181 (1913); Z. Kryst. **48**, 221 (1911).
18. Aus zersetztem Eruptivgestein von Hatzuneura, Insel Chichijima (Japan); anal. Tsukamoto bei K. Jimbo, Beitr. zur Min. Japans, herausgeg. v. T. Wadą, Nr. 3, 115 (1907); Z. Kryst. **52**, 513 (1913).
19. Von Green Mountains, Jefferson Co. (Colorado); anal. L. G. Eakins bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **419**, 282 (1910).

	20.	21.	22.	23.
δ	—	—	—	2,104
Na_2O	1,73	1,73	1,36	0,95
K_2O	—	—	0,50	0,66
MgO	—	—	—	0,07
CaO	8,30	8,13	8,03	7,93
Al_2O_3	16,50	17,21	17,39	15,97
Fe_2O_3	—	—	—	0,13
SiO_2	58,01	58,73	56,65	58,03
H_2O	16,06	16,06	16,07	16,78
	100,60	100,86	100,00	100,52

20. u. 21. Beide vom Berufjord (Island); anal. C. F. Rammelsberg, Z. d. geol. Ges. **21**, 93 (1869).
22. Von ebenda; anal. J. Lemberg, Z. d. geol. Ges. **28**, 558 (1876).
23. Von ebenda; anal. S. Hillebrand, Sitzber. Wiener Ak. **115**, 697 (1906); Z. Kryst. **45**, 602 (1908).

Spuren von BaO, SrO u. Si_2O.

Heulandite mit Alkaligehalt bis 3%.

	24.	25.	26.	27.	28.	29.
Na_2O . . .	2,07	1,78	1,91	1,45	0,46	} 2,87
K_2O . . .	—	1,08	0,39	0,89	2,35	
MgO . . .	—	1,05	—	0,82	—	—
CaO . . .	7,21	5,28	6,39	5,88	6,24	7,62
Al_2O_3 . . .	16,35	16,40	15,53	15,35	15,14	15,69
Fe_2O_3 . . .	58,18	59,83	60,24	56,59	59,63	57,59
H_2O . . .	16,34	14,78	15,54	17,48	15,48	15,77
	100,15	100,20	100,00	98,46	99,30	99,54

24. Von Djupivogur (Island); anal. C. Hersch, Inaug.-Diss. (Zürich 1882), 20.
25. Aus Drusenräumen einer Rhyollthbreccie vom Miensee (Schweden); anal. H. Santesson, Z. Kryst. **25**, 426 (1896).
26. Fassatal; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 558 (1876).
27. Nerbuddatal bei Bombay; anal. S. Haughton, Phil. Mag. **13**, 509 (1857).
28. Vom Taigarhorn (Island); anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **110**, 525 (1860).
29. Von Monte usta (Sard.); anal. L. Pelacani, R. Acc. d. Linc. (5), **17**, 66 (1908); Z. Kryst. **49**, 69 (1913).

Heulandite mit Alkaligehalt über 3%.

	30.	31.	32.	33.	34.
δ	2,155	2,399	—	—	—
Na_2O . . .	7,21	9,80	0,61	2,23	2,03
K_2O	—	—	3,26	0,94	1,15
MgO . . .	4,12	—	—	0,53	0,08
CaO	8,54	9,00	5,90	6,04	6,80
Al_2O_3 . . .	7,27	14,00	16,67	15,61	15,26
SiO_2 . . .	60,00	57,00	58,10	61,12	58,99
H_2O	11,70	10,00	16,16	14,32	15,72
	98,84	99,80	100,70	100,79	100,03

30. Aus Granit von S. Piero di Campo (Elba); anal. E. Bechi bei A. d'Achiardi, Miner. Tosc. 1873, 115.
31. Von ebenda; anal. F. Stagi, ebenda S. 566.
Beide Analysen müssen an verunreinigtem Material ausgeführt worden sein.
32. Cerro de Butucaray (Uruguay), aus Mandelstein; anal. Gonzaga de Campos bei E. Hussak, Z. Kryst. **21**, 405 (1893).
33. Aus Trachyt-Andesit von den Colle Ginargada Villanova, Monteleone, Insel Sardinien; anal. A. Serra, R. Acc. d. Linc. (5a), **18**, 348 (1909); Z. Kryst. **50**, 482 (1913).
34. Vom Taigarhorn (Island); anal. E. Baschieri, Atti. soc. tosc. sc. nat. Pisa 1908, 24; Z. Kryst. **49**, 201 (1913).

Strontiumhaltige Heulandite.

Es ist wahrscheinlich, daß die allermeisten Heulandite Spuren von diesem Metall enthalten, da ja in den neueren Analysen zumeist solche kleine Gehalte ausgewiesen sind, aber es scheint sich doch in den meisten Fällen um nur ganz kleine Mengen zu handeln, und nur ausnahmsweise um merkliche. Es kommt daher der Anwesenheit von Strontium keine große Wichtigkeit zu, mit Ausnahme jener seltenen Fälle, in welchen ein größerer Gehalt zu einem Übergang zum Brewsterit hinweist.

Heulandite mit kleinem Gehalt an Strontium.

	35.	36.	37.	38.	39.
Li_2O	Spur	0,10	—	—	Spur
Na_2O	1,63	1,36	1,25	1,62	1,40
K_2O	0,44	0,26	0,42	0,35	0,21
MgO	—	—	0,07	—	—
CaO	7,00	6,92	6,95	6,48	7,00
SrO	0,49	0,60	0,46	0,53	0,35
Al_2O_3	16,47	16,37	16,82	15,74	16,44
SiO_2	57,72	57,71	57,10	58,49	58,43
H_2O	16,91	16,82	16,61 [1])	16,60	16,45
	100,66	100,14	99,68	99,81	100,28

35. u. 36. Beide vom Berufjord (Island); anal. P. Jannasch, N. JB. Min. etc. 1882, II, 275.

37. Von ebenda; anal. F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. [4], **13**, 28 (1902).

38. Vom Taigarhorn (Island); anal. F. Zambonini, R. Acc. d. Linc. **5**, 344; Z. Kryst. **43**, 396 (1907).

39. Von ebenda; anal. P. Jannasch, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **20**, 346 (1887).

	40.	41.
Li_2O	Spur	Spur
Na_2O	1,68	1,80
K_2O	1,25	1,37
CaO	6,91	7,05
SrO	0,93	0,88
Al_2O_3	16,93	17,30
SiO_2	56,57	56,71
H_2O	16,15	15,87
	100,42	100,98

40. u. 41. Beide aus Hohlräumen von verwittertem Andesit, von Nadap (Komitat Fener), anal. B. Mauritz, Ann. hist.-natur. Museii Nat. Hungar. 1908, **6**, 537; Z. Kryst. **48**, 440 (1911).

Heulandite mit merklichem Gehalt an Strontium und geringerem CaO-Gehalt.

	42.	43.	44.
Na_2O	3,49	3,14	2,36
K_2O	0,36	0,18	0,44
CaO	4,25	4,27	4,89
SrO	3,62	3,65	1,60
Al_2O_3	17,07	17,24	14,75
Fe_2O_3	—	—	0,62
SiO_2	56,11	56,10	60,07
H_2O	16,19	16,37	15,89
	101,09	100,95	100,62

42. u. 43. Von Andreasberg (Harz); anal. P. Jannasch. Ber. Dtsch. Chem. Ges. **20**, 346 (1887).

44. Vom Fassatal, ebenda; anal. wie oben.

[1]) Davon entweichen 3,61% unter 110°.

Barium-Heulandit.

	45.
Na_2O	3,27
CaO	3,61
BaO	2,55
Al_2O_3	16,86
SiO_2	56,67
H_2O	17,05
	100,01

45. Auf einer Kluft des Hornblende-Andesits von Cap Pula (Sardinien); anal. D. Lovisato, R. Acc. d. Linc. [5], **6**, 1. Sem., 260 (1897) und Riv. d. Miner. **18**, 33 (1897); Z. Kryst. **31**, 302 (1899).

Enthält auffallend wenig Calcium. Strontium war auch spektroskopisch nicht bemerkbar.

Während des Druckes erschienen noch folgende Analysen:

	46.	47.
Na_2O	0,42	1,17
K_2O	2,35	0,65
MgO	—	0,35
CaO	6,33	7,25
SrO	—	0,04
Al_2O_3	16,37	16,67
SiO_2	59,66	59,13
H_2O	14,90	15,68
	100,03	100,94

46. Heulandit vom Taigarhorn (Island); anal. G. Stoklossa, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **42**, 5 (1918).

47. Von Island; anal. O. Weigel, Sitzber. Ges. zur Beförderung d. ges. Naturw. Marburg. Nr. 5 (1919).

Wassergehalt des Heulandits.

Das Verhalten des Wassers des Heulandits, insbesondere die Frage nach dem Wasserverlust und der Wiederaufnahme desselben, ist namentlich von A. Damour, P. Jannasch, F. Rinne, F. Zambonini u. a. studiert worden.

A. Damour[1]) hat zuerst gefunden, daß das Wasser allmählich entweicht. Seine Zahlen sind für Heulandit von den Faröer:

bei 100	150	190°	Rotglut
2,10	8,70	12,30	15,80 %.

Eingehend hat sich mit dem Wasserverluste P. Jannasch[2]) beschäftigt. Für Heulandit von Berufjord fand er:

[1]) A. Damour, Ann. chim. phys. **53**, 438 (1858).

[2]) P. Jannasch, N. JB. Min. etc. 1882, II, 269.

Temperatur	Verlust in %	Temperatur	Verlust in %
100°	3,91	250°	9,89
110—115	4,32	270—280	11,92
120—130	4,91	280—290	12,99
150—160	5,97	290—310	13,53
175	6,99	310—350	13,86
200—215	8,44	Rotglut	18,04
220—230	9,17		

Ferner[1]) wurde der Wasserverlust über konz. Schwefelsäure bestimmt. Der Gewichtsverlust betrug:

Nach	7	Stunden	1,39%
„	24	„	1,80
„	36	„	1,89
„	48	„	2,12
„	60	„	2,21

Auch über Phosphorsäure-Anhydrid wurden analoge Versuche gemacht. Dabei ergaben sich bei gröberen und feinem Pulver Unterschiede.

A. Grobes Pulver.				B. Sehr fein gepulverter Heulandit			
nach	4	Stunden	1,29	nach	3	Stunden	1,79
„	20	„	2,01	„	8	„	2,21
„	36	„	2,38	„	24	„	3,06
„	48	„	2,61	„	48	„	3,23
„	60	„	2,79	„	72	„	3,29

Einige Beobachtungen machte auch C. Bodewig,[2]) welche jedoch durch jene von P. Jannasch richtig gestellt erscheinen.

C. Hersch[3]) hat ebenfalls den Wasserverlust studiert und zwar an dem Vorkommen von Djupivogur:

Der Verlust ist ein allmählicher bei 100° 2,77, bei Rotglut 16,34%.

Eingehende Untersuchungen führte auch F. Rinne[4]) aus, ebenfalls an dem Vorkommen vom Berufjord.

Wasserverlust in trockener Luft über Schwefelsäure			Wasserverlust im Vakuum			
					I	II
Stundenzahl	41	2,08	Stundenzahl	24	3,26	3,23
nach weiteren	120	2,96	nach weiteren	$48^1/_2$	3,90	3,92
	48	3,36		77	4,27	4,28
	114	3,61		40	4,46	4,47
	240	4,06		47	4,54	4,54
	90	4,17		77	4,70	4,70
	90	4,17		24	4,75	4,76
				$21^3/_4$	4,78	4,79
				41	4,81	4,84

[1]) P. Jannasch, N. JB. Min. etc. 1884, II, 209.
[2]) C. Bodewig, Z. Kryst. **10**, 276.
[3]) C. Hersch, Inaug.-Diss. (Zürich 1887).
[4]) F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1899, I, 13.

Wasserverlust bei wechselnden Temperaturen:

		Wasserverlust			Wasserverlust
Bei	80—85°	2,77%	Bei	225°	8,26%
	100—110	3,96		250	9,08
	125	4,80		300	12,18
	150	6,15		360	13,77
	175	6,83		400	14,26
	200	7,88			

Ferner hat F. Rinne die Wasserverluste im Gefäßofen und im Flammofen bestimmt und hat dabei gefunden, daß in der wasserdampfreicheren Luft des Flammofens die Verluste kleiner waren, als im Gefäßofen; bei der Erhitzung des Heulandits im Vakuum sind die Wasserverluste größer als bei denselben Temperaturen in Luft. Schon zwischen 100—110° war nach 26 Stunden der Verlust zirka 9,5%, also viel größer als in Luft, wo erst bei 250° ein solcher Abgang auftrat.

Als wichtiges Resultat wurde festgestellt, daß bei Heulandit, wie auch Desmin, der Wärmeausgleich zwischen dem Pulver und der heißeren Umgebung ein allmählicher ist, ohne Sprünge.

Genaue Untersuchungen lieferte F. Zambonini[1]) am Heulandit vom Taigarhorn über Schwefelsäure bei vermindertem Druck.

Im Vakuum erhielt er:

Nach	3	Stunden	2,36%	Nach	118	Stunden	5,63%
	5	„	2,62		190	„	5,86
	24	„	4,86		310	„	6,08
	48	„	5,25		550	„	6,08
	72	„	5,44				

Er schließt ebenfalls, daß es sich nicht um hygroskopischen Wasserverlust an steigendem Wasser handelt.

Temperatur	Trockene Luft	Feuchte Luft	Temperatur	Tockene Luft	Feuchte Luft
60—62°	2,99	1,63	303°	13,19	—
100—103	4,70	3,02	305—306	—	12,67
151	—	5,08	369—370	—	13,92
230	12,04	—	375	14,30	—
234	—	8,20	410—415	14,80	—
272	—	11,08	—	—	—
284	—	12,00	420	—	14,74

Die erhaltene Kurve zeigt einen Knick, von welchem ab sie fast geradlinig verlaufen. Es ist nicht möglich, einen Teil des Wassers als Konstitutionswasser zu erklären.

Wiederaufnahme des Wassers nach der Entwässerung.

		Gewichtsverlust	Wieder absorb. Wasser
369°	(feuchte L.)	13,92%	7,86
375	(trockene L.)	14,30	6,53
410—415	(trockene L.)	14,80	2,44
419—421	(feuchte L.)	14,74	2,05
480—484	(trockene L.)	15,21	0,84

[1]) F. Zambonini, Ann. Acc. Roma **5**, 344 (1905); **6**, 102 und Atti R. Accad. Napoli, Ser. 2, **16**, [2] No. 1, 96 (1908); Z. Kryst. **43**, 395 (1907) und **49**, 73 (1911).

Die Möglichkeit, das entwichene Wasser wieder zu absorbieren, ist bei zirka 300° sehr schnell, fast sprungweise vermindert und schon vor der völligen Entwässerung wird das Absorptionsvermögen annulliert.

Ein durch 24 Stunden erhitztes Pulver wurde bei 370° in trockenem Luftstrom erhitzt, die Wiederaufnahme verläuft wie folgt:

Nach 15 Stunden	Wieder absorbiert 0,72 %
1047	2,66
2373	3,34
2998	3,41
3406	3,46
3687	3,43

Als Resultate ergibt sich folgendes:

Im Vakuum über Schwefelsäure wird eine bestimmte Menge Wasser abgegeben, welche in feuchter Luft wieder aufgenommen wird. Bei der Erhitzung ist die entwichene Menge kleiner in feuchter, als in trockener Luft.

Das durch Erhitzung entwichene Wasser wird wieder absorbiert, oberhalb einer gewissen Temperatur beeinflußt die Dauer der Erhitzung die Wiederabsorption.

Die Art und Weise, wie man den Heulandit entwässert, übt einen Einfluß auf die Veränderung der optischen Eigenschaften aus. Was die Frage anbelangt, ob das Heulanditwasser Absorptions- oder gelöstes Wasser sei, entscheidet sich F. Zambonini für eine Analogie mit den Hydrogelen.

A. Ferro[1]) untersuchte den Wassergehalt des Heulandits von Montecchio Maggiore. Er fand zumeist ähnliche Resultate, wie die früher erwähnten Autoren, soweit es sich um Entwässerung über Chlorcalcium handelte. Bei Entwässerung im Ofen erhielt er:

50°	2,59	140°	10,07
70	3,93	150	10,44
90	4,88	200	11,24
100	5,33	250	12,01
110	8,41	Beginnende Rotglut	16,04
130	9,87	Helle „	16,46

Dagegen zieht er aus der Entwässerung den Schluß, daß das Wasser über 104°, entsprechend drei Molekülen Wasser, fester gebunden sei, als die übrigen Mengen Wassers. Dieser Ansicht tritt F. Zambonini mit Recht entgegen.

U. Panichi[2]) hat die von entwässertem Heulandit aufgenommenen Gase untersucht und fand, daß Heulandit vom Berufjord, wie auch Chabasit Luft absorbiert, welche sauerstoffreicher ist, als die gewöhnliche. So absorbierten 2,982 g, auf 240° erhitzt, infolge Erkaltung 3,26 ccm Luft, welche 28 % O enthielt.

G. Tammann[3]) bestimmte u. a. auch bei Heulandit den Wasserverlust über Schwefelsäurelösungen von verschiedener Konzentration (vgl. S. 3).

Der Totalverlust betrug 16,19 %. Die Dampfspannungskurven verlaufen kontinuierlich.

---

[1]) A. Ferro, R. Acc. d. Linc. [5] 4, 140 (1905); Z. Kryst. **43**, 414 (1907).
[2]) U. Panichi, Z. Kryst. **50**, 607 (1912).
[3]) G. Tammann, Ann. d. Phys. **63**, 16 (1897).

A. Löwenstein[1]) untersuchte, wie bereits früher erwähnt, mehrere Zeolithe, darunter auch Heulandit. Es wurde die Dampfspannung sowohl des Heulandits, als auch eines Substitutionsprodukts desselben untersucht, welches durch Behandlung eines Heulandits mit 10%iger Chlorkaliumlösung erhalten worden war. Dieses Substitutionsprodukt entspricht einem Kali-Heulandit. Es wurde die Dampfspannung beider in Abhängigkeit von ihrem Wassergehalte bestimmt. Endlich wurde der Kali-Heulandit wieder in Calcium-Heulandit übergeführt. Es ergab sich, daß bei gleichem Wassergehalte die Dampfdrucke der natürlichen Zeolithe mit denen ihrer künstlich hergestellten Calciumzeolithe nicht verschieden sind, daher ihre Identität, welche bereits J. Lemberg vermutete, bewiesen ist. Die Tabellen, in welchen für natürliche und künstliche Zeolithe die Wasserabnahme in Prozenten über verschiedene Schwefelsäurelösungen erleiden, siehe im Original. Die graphische Darstellung, in welcher auf den Ordinaten die Dampfspannungen in Millimetern bei 25, auf der Abszisse der Wasserverlust in Gramm-Mol angegeben sind, sind bei natürlichem und Kali-Heulandit verschieden, aber ähnlich. Beide verlaufen ohne Knickpunkte.

G. Stocklossa[2]) hat die Untersuchungen A. Beutells fortgesetzt und unter anderen auch den Heulandit in analoger Weise untersucht. Angewandt wurde der vom Taigarhorn (s. Analyse Nr. 46).

Zuerst wurde die Wasseraufnahme von frischem Heulandit in feuchter Atmosphäre bestimmt.

Angewandte Substanz 0,7197 g. $\Theta = 17^0$.

Versuchsdauer	Wassergehalt in %	Wassergehalt in Mol.
14 Tage	15,33	5,32
28 „	15,53	5,37
42 „	15,73	5,42
70 „	16,00	5,48
91 „	16,05	5,49
98 „	16,06	5,49
105 „	16,06	5,49

Daraus wird geschlossen, daß bei Zimmertemperatur mit Feuchtigkeit gesättigter Heulandit 5,5 Mol. Wasser enthält; demnach ist die Formel zu verdoppeln.

Es wurden dann Wässerungsversuche ausgeführt. In derselben Weise, wie dies A. Beutell getan, wurde Heulandit, welcher erhitzt worden war, bei Temperaturen von 17—380° der Wassergehalt in % und Mol. bestimmt.

Aus den Versuchen wurde der Schluß gezogen, daß sich bei der Wässerung elf Hydrate bilden von 11 Mol. bis 1 Mol. Die Wässerungskurve ist eine Treppenkurve. Die Entwässerungskurve verläuft dagegen kontinuierlich. Er schließt daraus, daß das Wasser im Heulandit chemisch gebunden ist. Die Formel desselben ist:

$$Ca_2Al_4Si_{12}O_{32} . 11\,H_2O.$$

Die Beständigkeitsintervalle sind aber bei den Hydraten mit 10,9 und 8 Molekülen sehr groß, die der mittleren dagegen äußerst klein, jene der letzten mit 1—3 Mol. groß.

[1]) A. Löwenstein, Z. anorg. Chem. **63**, 74 (1909).
[2]) G. Stoklossa, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **42**, 1 (1918).

Gleichzeitig mit der Wässerung wurden auch an den verschiedenen wieder gewässerten Substanzen optische Untersuchungen ausgeführt. Dadurch wurde konstatiert, daß, obwohl bei der Entwässerung und nachheriger Wässerung die optischen Eigenschaften sich änderten, eine Zertrümmerung der Heulanditmoleküle nicht eingetreten ist, und daß die wieder gewässerten Blättchen chemisch und optisch mit den ursprünglichen ident sind.

Wie schon bei den Untersuchungen von A. Beutell bemerkt wurde, sind auch die von G. Stocklossa nicht einwandfrei und führen nicht unbedingt zu der a priori unwahrscheinlichen Annahme so vieler Hydrate.

Die Aufklärung der Resultate A. Beutells und K. Blaschkes, sowie jener G. Stoklossas erfolgte vor ganz kurzem durch eine Arbeit O. Weigels[1]) über die Wasserbindung der Zeolithe, in welcher Versuche über Wässerung und Entwässerung von Zeolithen und zwar an demselben Heulandit von Island mitgeteilt werden. O. Weigel weist zuerst zahlreiche Fehler in der Versuchsanordnung der früher genannten Autoren nach, wobei insbesondere betont wird, daß diese keine konstante Temperatur von ($\pm$ 2^0) erreichten, dann auch die Anordnung, um bestimmten Wasserdampfdruck zu erreichen, verfehlt war. Auch scheint es keineswegs sicher, daß das Gleichgewicht der Wässerung erreicht war. Auch die Deutung der Wässerungskurven ist nicht einwandfrei. O. Weigel hat mit demselben Heulandit von Island (s. Analyse Nr. 47) sehr genaue Versuche ausgeführt. Hierbei wurden die Fehlerquellen der Beutellschen und Stoklossaschen Versuche vermieden. Vor allem hat er in den elektrischen Ofen eine Vorrichtung eingefügt, welche eine automatische Regelung der Temperaturkonstanz ermöglicht. Der Ofen war durch ein Quarzglasfenster luftdicht verschlossen. Gleichzeitig mit den groben Mineralstücken, welche im Rohr selbst, in einem Wägeglas, welches verschließbar im Ofen selbst war, lagen, wurde eine Kristallplatte im parallelen polarisierten Licht untersucht und die Stärke der Doppelbrechung und die Auslöschungsschiefe gemessen.

Durch ein Wasserstrahlgebläse mit Druckregulator wurde durch den Ofenraum ein langsamer Strom von feuchter Luft gesendet.

Mit dem Heulandit wurden drei Versuchsreihen unternommen, von diesen wurden bei zweien die Resultate tabellarisch mitgeteilt. Die optischen Messungen wurden bis 220^0 fortgesetzt, da über dieser Temperatur das Präparat undurchsichtig wird. In der hier nicht wiedergegebenen Tabelle wurde für die erste Versuchsreihe ein besonders ausgedehnter Versuch ausgeführt, um zu beweisen, daß Wässerung und Entwässerung (entgegen der Behauptung A. Beutells und Genossen) dieselben Resultate liefern, wenn nur wirklich Eintritt des Gleichgewichts abgewartet wird.

Bei den zwei Versuchsreihen ergaben sich Kurven, welche ich reproduziere (Fig. 3). In Versuchsreihe 1. wurden Temperaturen von 14,8—413^0 C angewandt und dabei der Wasserdampfdruck (8,2 mm Hg bei 14,8 und 10,0 mm bei 370—413^0) gemessen. Die Dauer der Temperaturkonstanz betrug zwischen 3—28,5 Stunden. Der Wassergehalt betrug bei der niedrigsten Temperatur 15,85$^0/_0$, bei der höchsten 0,80$^0/_0$ (siehe Kurve I).

Es nimmt der Wassergehalt allmählich ab. Ebenso steigt die Stärke der

---

[1]) O. Weigel, Sitzber. Marburger Ges. d. g. Naturwiss. 1919, Nr. 5.

Doppelbrechung von 9,61 $\times 10^{-4}$ bei einer Temperatur von 14,8 auf 42,25 $\times 10^{-4}$ bei der gemessenen Höchsttemperatur von 217,7° (Kurve II).

Fig. 3 (nach O. Weigel).

In der zweiten Versuchsreihe wurde die Temperatur innerhalb der Grenzen 78,5° und 508,7° eingehalten.

Folgende Tabelle zeigt den Wassergehalt bei Wässerung und Entwässerung.

Wässerung zwischen 18,18 und 100,1°.

Zeit in Stunden	Wassergehalt in %
0	9,23
26	11,69
41	12,48
47 1/4	12,66
50 1/2	12,75
64	12,83
72	12,90
85 1/4	12,91

Entwässerung zwischen 100,1 und 176,6°.

Zeit in Stunden	Wassergehalt in %
0	12,91
4 1/4	9,81
16 1/4	9,38
23 1/2	9,38

Die aus den Beobachtungen sich ergebenden Kurvenzüge setzen sich zusammen aus einzelnen Kurvenstücken, die bei den Temperaturen sich schneiden, wo der Wassergehalt ganzen Molekülen entspricht. Es wäre aber verfehlt, daraus den Schluß zu ziehen, daß es sich bei den Knickpunkten der Kurve, welche die Wassergehalte in Abhängigkeit von der Temperatur gibt, um Salzhydrate handelt. Dies geht daraus hervor, daß die Knickpunkte dieser Kurve mit großer Genauigkeit auf einer Geraden liegen, so daß einem Wasserverluste von einem ganzen Mol jedesmal eine Temperatursteigerung von etwa 62° zugeordnet ist. Es entsprechen demnach diesen Knickpunkten nicht einzelne voneinander unabhängige Hydrate, sondern Glieder einer gesetzmäßig verbundenen Reihe von Silicatwasserverbindungen. Bezüglich der optischen Beobachtungen zeigt es sich, daß Heulandit niemals innerhalb des Temperaturbereichs von 15—220° als rhombisch angesehen werden kann, wie F. Rinne auf Grund seiner Beobachtungen meinte.

Aus seinen Beobachtungen folgert O. Weigel, daß im Heulandit Silicat und Wasser sich in molekularer Feinheit durchdringen. Daraus wird der Schluß gezogen, daß Zeolithe weder Adsorptionsverbindungen noch Körper von der Bauart der Gele sind. Zugleich ist auch die Hypothese von A. Beutell, welche Inhomogenität des Zeoliths bei dem Entwässerungsprozeß verlangt, als unrichtig nachgewiesen. Auch wird aus der Entwässerungskurve der Schluß gezogen, daß für sämtliche Wassermoleküle im Heulandit die gleiche Art der Bindung anzunehmen ist und daß nicht etwa ein Teil des Wassers als Kristallwasser angenommen werden kann. O. Weigel kommt zum Schluß seiner Ausführungen zu folgenden Schlüssen betreffs der Natur der Zeolithe:

Das Wasser hat in den Zeolithen einen großen Grad von Beweglichkeit, während das Silicatraumgitter als relativ starr anzunehmen ist. Die in die Maschenräume dieser Gitter eintretenden Wassermoleküle werden entsprechend

ihrem thermischen Druck nach möglichst gleicher Verteilung trachten, anderseits werden die im Kristallgitter angeordneten Silicatmoleküle (oder Teile derselben) durch ihre Attraktionskräfte anstreben, die Wassermoleküle oder Teile derselben in mit der Symmetrie des Gitters völlig verträglichen Lagen festzuhalten. Beiden Bestrebungen kann nur dann gleichzeitig genügt werden, wenn die Zahl der Wassermoleküle ein ganzes Vielfaches der Zahl der Silicatmoleküle ist. Denn nur dann wird um jedes Molekül des Silicatgitters die Anordnung der Wassermoleküle die gleiche sein können. Nur diesen ausgezeichneten Mischungen gehören Punkte der Kurve Wassergehalt-Temperatur an, die auf einer Geraden liegen. Alle anderen Mischungen werden Punkten der gekrümmten Kurventeile entsprechen.

Es werden also von O. Weigel die Zeolithe als feste Lösungen betrachtet, wobei es unentschieden bleibt, ob das Wasser in dieser Lösung mit dem Lösungsmittel regiert, also eine engere Verbindung mit dem Silicat eingeht, ob es als Molekül in seine Atome zerfallen oder, in Ionen zerfallen, in das Gitter eintritt.

Formel und Konstitution.

C. F. Rammelsberg[1]) legte der Formelberechnung des Heulandits folgende Verhältniszahlen zugrunde.

	$\overset{II}{R}:Al_2:Si:H_2O$	$\overset{I}{R}:Ca$	Analytiker
Andreasberg	1,0 : 1 : 5,5 : 5,3	1 : 1,0	P. Jannasch,
Faröer	0,8 : 1 : 5,7 : 5,0	—	Thomson,
Berufjord	1,1 : 1 : 5,5 : 5,2	1 : 2,7	J. Lemberg,
Berufjord	1,1 : 1 : 6,0 : 5,7	1 : 2,3	P. Jannasch,
Berufjord	1,0 : 1 : 6,1 : 5,0	1 : 1,9	Sartorius,
Djupevogur	1,2 : 1 : 6,0 : 5,7	2 : 1,0	C. Hersch,
Island	1,0 : 1 : 6,0 : 5,7	1 : 2,6	C. F. Rammelsberg,
Taigarhorn	1,0 : 1 : 6,1 : 5,7	1 : 2,0	P. Jannasch,
Adamstown	1,0 : 1 : 6,0 : 5,3	1 : 6,0	Knerr u. J. Schönfeld,
Brasilien	1,0 : 1 : 6,0 : 5,5	1 : 1,0	Gonzaga, de Campos
Island	1,0 : 1 : 6,3 : 5,0	1 : 2,6	A. Damour,
Faröer	0,8 : 1 : 6,0 : 5,0	0	Walmstedt,
Nerbuddathal	1,0 : 1 : 6,3 : 6,5	0	Haughton,
Bombay	1,1 : 1 : 6,4 : 6,6	0	Derselbe,
Elba	1,0 : 1 : 6,2 : 5,1	0	Grattarola,
Taigarhorn	0,9 : 1 : 6,6 : 5,8	1 : 1,7	C. F. Rammelsberg,
Fassa	1,2 : 1 : 6,6 : 5,7	1 : 1,6	J. Lemberg,
Fassa	1,0 : 1 : 6,9 : 6,1	1 : 1,2	P. Jannasch.

Das Verhältnis $Al_2:Si$ schwankt zwischen den Werten: 1 : 5,5 und 1 : 6,5.

Legt man den ersten Wert zugrunde und nimmt $Si:H_2O = 5,5:5$ an, so folgt für die Calciumverbindung die Formel:

$$Ca_2Al_4Si_{11}O_{30} + 10H_2O$$

und für die entsprechende Alkaliverbindung:

$$Na_4Al_4Si_{11}O_{30} + 10H_2O.$$

[1]) C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralchem. Erg.-Bd. 2, 381—382 (1895).

Ist $Si:Al_2 = 6:1$ und $Si:H_2O = 6:5,5$, so erhalten wir für die beiden Verbindungen die Formeln:

$$2CaAl_2Si_6O_{16} + 11H_2O$$

und

$$2Na_2Al_2Si_6O_{16} + 11H_2O.$$

Nimmt man endlich $Al_2:Si = 1:6,5$ und $Si:H_2O = 6,5:6$ an, so nimmt die Kalkverbindung die Formel an:

$$Ca_2Al_4Si_{13}O_{34} + 12H_2O$$

und die Natriumverbindung:

$$Na_2Al_4Si_{13}O_{34} + 12H_2O.$$

Die Analysen von P. Jannasch[1]) (vgl. Analyse Nr. 8, 35, 36 und 39) weisen alle einen mehr oder weniger bedeutenden Gehalt an Strontium auf. P. Jannasch versuchte daher darzulegen, daß im Heulandit eine isomorphe Mischung eines Calcium-Aluminiumsilicats mit einer entsprechenden Strontiumverbindung vorliegt. Er schreibt die Formeln:

$$H_4(Ca, Sr, Na_2, K_2)Al_2(SiO_3)_6 . 3\tfrac{1}{2}H_2O = 2[H_4(Ca, Sr, Na_2, K_2)Al_2(SiO_3)_6] . 7H_2O$$

oder

$$H_4(Ca, Sr, Na_2, K_2)Al_2(SiO_3)_6 . 4H_2O.$$

F. Rinne[2]) berechnete aus den Analysen von P. Jannasch folgende Verhältnisse:

	$(\overset{II}{R}\overset{I}{R}_2)O$	Al_2O_3	SiO_2	H_2O
Berufjord I	0,160	0,160	0,954	0,933
„ II	0,157	0,160	0,959	0,933
Andreasberg I	0,169	0,165	0,923	0,890
„ II	0,162	0,167	0,925	0,901
Fassatal	0,145	0,141	1,000	0,883

Die Verhältniszahlen nähern sich den Werten:

1 : 1 : 6 : 6

Legt man nunmehr für SiO_2 den Wert 6 zugrunde, so ergeben sich folgende Zahlen:

	$(\overset{II}{R}\overset{I}{R}_2)O$	Al_2O_3	SiO_2	H_2O
Berufjord I	1,006	1,006	6,00	5,868
„ II	0,982	1,001	6,00	5,837
Andreasberg I	1,099	1,073	6,00	5,786
„ II	1,051	1,083	6,00	5,844
Fassatal	0,870	0,864	6,00	5,298

aus denen F. Rinne die Formel:

$$(Ca, Sr, Na_2, K_2, Li_2)Al_2Si_6O_{16} + 6H_2O$$

ableitet. — Der Heulandit von St. Andreasberg unterscheidet sich vom Berufjorder Vorkommen durch geringeren Kieselsäure- und Wassergehalt. F. Rinne suchte diese auf dieselbe Weise zu erklären, wie das bei anderen Zeolithen

[1]) P. Jannasch, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **20**, 347—349 (1887).
[2]) F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1892, I, 12—44.

von anderer Seite gemacht wurde, durch die Annahme einer Beimischung des Silicats:

$$R_2Al_2Al_2Si_4O_{16} + 6H_2O.$$

Nimmt man die Formel $RAl_2Si_6O_{16} + 6H_2O$ an, so muß man zwischen dem Desmin und dem Heulandit eine Beziehung finden. F. Rinne nimmt zwischen den beiden das Verhältnis der Morphotropie an.

Die Jannasch-Rinneschen Formeln verwarf C. Bodewig infolge ihres angeblich zu hohen H_2O-Gehaltes. F. Rinne suchte in dieser Frage zu entscheiden und kam zum Resultate, daß das abgegebene Wasser chemisch gebunden ist. — Doch stellen sich dieser Formulierung auch andere Schwierigkeiten in den Weg. — Es liegt ihr nämlich das hypothetische Kalkalbitsilicat:

$$CaAl_2Si_6O_{16}$$

zugrunde, welches vermutlich nicht kristallisationsfähig ist. Außerdem konnte C. Doelter nachweisen, daß im Heulandit ein Teil der Kieselsäure lockerer gebunden ist, da bei der Auflösung des Heulandits viel mehr SiO_2 in Lösung geht, als es der Zusammensetzung tatsächlich entsprechen dürfte.

Nach G. Tschermak kann man die Zeolithe als Verbindungen eines normalen Silicats mit Siliciumhydroxyd darstellen. Diese Anschauung wurde später von C. Doelter[1]) ausgebaut. Auf Grund der Löslichkeitsversuche gelangt dieser Verfasser zur Annahme, daß die Formel des Heulandits

$$CaAl_2Si_4O_{12} + 2SiO(OH)_2 + 3H_2O$$

zu schreiben wäre.

G. Tschermak[2]) selbst schreibt die Formel des Heulandits (Stilbits):

$$H_4CaAl_2Si_6O_{18} + 3H_2O.$$

Für diese Theorie entschied sich auch S. Hillebrand.

S. Hillebrand[3]) diskutierte die Frage nach der chemischen Zusammensetzung des Heulandits im Anschluß an G. Tschermaks Untersuchungen über die Darstellung der Kieselsäuren. Sie isolierte aus dem Heulandit die Heulanditsäure

$$Si_6O_{17}H_{10}$$

mit 19,91 % H_2O. — Ihre Analyse des Heulandit von Berufjord (Island) weist auf eine isomorphe Mischung dieser Silicate hin, einer Ca-, Na- und kaliumhaltigen Verbindung. Die Formeln dieser Verbindungen haben die Gestalt

$$Si_6O_{22}Al_2CaH_{12},$$
$$Si_6O_{21}Al_2Na_2H_{10},$$
$$Si_6O_{21}Al_2K_2H_{10}.$$

In diesen Formeln kommt die Regel von G. Tschermak,[4]) nach der in den isomorphen Zeolithen die Alkalisilicatkomponenten um ein H_2O ärmer sind als das Calciumsilicat, klar zum Ausdruck.

Was nun die spezielle Verbindung im Heulandit anbetrifft, so führte auch die Untersuchung von S. Hillebrand zu keinem endgültigen Resultat, sie konnte nur deren Grenzwerte feststellen.

[1]) C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 131.
[2]) G. Tschermak, Lehrb. d. Mineral. 4. Aufl., 499 (1894).
[3]) S. Hillebrand, Sitzber. Wiener Ak. **115**, 716 (1906); Z. Kryst. **45**, 601 (1908).
[4]) G. Tschermak, Lehrb. d. Min. 563, VI. Aufl. (1905).

Das eine Extrem führt zur Formel

$$Si_6O_{17}Al_2CaH_2 + 5H_2O,$$

das andere hingegen zur Schreibweise

$$Si_6O_{17}H_2O_2Al_2O_2CaH_8 + H_2O.$$

Die erste erfordert 14% Kristallwasser, die zweite, die wahrscheinlicher ist, 2,8% Kristallwasser.

Auch E. Baschieri[1]) ließ auf den Heulandit von Teigarhorn mäßig konzentrierte Salzsäure bei 55—60° einwirken und fand eine 19,31% H_2O enthaltende Kieselsäure, die er der Heulanditsäure zuschreibt.

Nach F. W. Clarke[2]) gehört der Heulandit zum Typus

$$Al_6X_6Ca_3$$

und seine Formel ist

$$Al_6(Si_3O_8)_6Ca_3 . 16H_2O . H_2O.$$

Während des Druckes erschien eine neue umfangreiche Arbeit G. Tschermaks.

G. Tschermak hat sich, wie mit den anderen Zeolithen, auch mit dem Heulandit beschäftigt. Er macht zunächst auf die ähnlichen kristallographischen Verhältnisse dieses Minerals mit Mordenit und Epistilbit aufmerksam:

Mordenit nach Pirsson	$a:b:c$ = 0,4010 : 1 : 0,4279,	β = 88,30°
Heulandit nach Phillips-Miller	„ = 0,4026 : 1 : 0,4285,	β = 87,35°
Heulandit nach A. Des Cloizeaux	„ = 0,4035 : 1 : 0,4293,	β = 88,34½°
Epistilbit nach Trechman	„ = 0,4194 : 1 : 0,4321,	β = 89,20°

Bei Mordenit hat man das Verhältnis $Si_{10}Al_2$, bei Heulandit $Si_{6,7}Al_2$ bis $Si_{5,8}Al_2$, endlich bei Epistilbit $Si_{5,6}Al_2$.

G. Tschermak[3]) hat 23 Analysen neu berechnet, während er 8 Analysen nicht in den Kreis seiner Berechnungen einbezieht. Ich gebe hier seine Tabelle.

Fundort	Analytiker	Si : Al : Ca : Na : H
Fassa	P. Jannasch	6,724 : 2 : 0,693 : 0,577 : 11,91
Taigarhorn	E. Baschieri	6,522 : 2 : 0,826 : 0,716 : 11,69
Taigarhorn	F. Zambonini	6,143 : 2 : 0,784 : 0,468 : 11,96
Berufjord	S. Hillebrand	6,128 : 2 : 0,911 : 0,290 : 11,86
Djupivogur	C. Hersch	6,031 : 2 : 0,804 : 0,417 : 11,34
Taigarhorn	P. Jannasch	6,024 : 2 : 0,797 : 0,308 : 11,35
Montresta	L. Deprat	5,988 : 2 : 0,895 : 0,257 : 9,99
Malutiberge	E. Cohen	5,998 : 2 : 0,753 : 0,320 : 10,32
Green Mountains	L. G. Eakins	5,970 : 2 : 0,770 : 0,313 : 10,44
Taigarhorn	G. Stoklossa	6,177 : 2 : 0,705 : 0,396 : 10,33
Berufjord	P. Jannasch	5,957 : 2 : 0,805 : 0,345 : 11,40
Suhl	J. Fromme	5,921 : 2 : 0,965 : 0,171 : 10,62
S. de Botucatu	G. de Campos	5,907 : 2 : 0,645 : 0,542 : 11,00
Berufjord	G. Steiger	5,754 : 2 : 0,790 : 0,299 : 11,21

[1]) E. Baschieri, Atti Soc. Tosc. de Sc. nat. Pisa, **24**, 22 (1908).
[2]) F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **125**, 1—109 (1895).
[3]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **127**, 272 (1918).

Fundort	Analytiker	Si : Al : Ca : Na : H
Adamstown	E. P. Knerr u. J. Schönfeld	5,734 : 2 : 0,827 : 0,144 : 11,05
Antracite Creek	L. G. Eakins	5,661 : 2 : 0,856 : 0,208 : 10,75
Nadap	B. Mauritz	5,609 : 2 : 0,796 : 0,501 : 10,61
Berufjord	J. Lemberg	5,521 : 2 : 0,842 : 0,320 : 10,84
Elba	F. Sansoni	5,466 : 2 : 0,980 : : 10,76
Andreasberg	P. Jannasch	5,418 : 2 : 0,662 : 0,671 : 10,82

Die übrigen drei Analysen beziehen sich auf Epistilbite.

Berufjord	G. Rose	5,668 : 2 : 0,787 : 0,335 : 9,38
Berufjord	P. Jannasch	5,604 : 2 : 0,845 : 0,347 : 9,97
Unbekannt	P. Jannasch	5,286 : 2 : 0,862 : 0,306 : 9,68

Das Verhältnis Si : Al schwankt um 6 : 2; als Extreme erscheinen Si_8Al_2 und Si_4Al_2.

Die siliciumreichste Verbindung ist:

$$Si_8Al_2CaH_{12}O_{26} = Si_6H_6O_{15} . Si_2Al_2CaO_8 . H_6O_3 .$$

Die nächsten Stufen mit den Kieselsäuren $Si_4H_8O_{12}$ und $Si_4H_4O_{10}$ waren $Si_6Al_2CaH_{14}O_{23} . Si_6Al_2CaH_{10}O_{21}$ und die letzte mit der Kieselsäure $Si_2H_4O_6$ war $Si_4Al_2CaH_{10}O_{17}$.

Dementsprechend werden folgende Verbindungen angenommen.

$$\begin{aligned} &A. \quad Si_8Al_2CaH_{12}O_{26} = Si_6H_6O_{15} . Si_2Al_2CaO_8 . H_6O_3 . \\ &B. \quad Si_6Al_2CaH_{14}O_{23} = Si_4H_8O_{12} . Si_2Al_2CaO_8 . H_6O_3 . \\ &C. \quad Si_6Al_2CaH_{10}O_{21} = Si_4H_4O_{10} . Si_2Al_2CaO_8 . H_6O_3 . \\ &D. \quad Si_4Al_2CaH_{10}O_{17} = Si_2H_4O_6 . Si_2Al_2CaO_8 . H_6O_3 . \end{aligned}$$

H. S. Washington[1]) schreibt die Formel

$$(CaSi_2)(AlSi_2O_8)_2 + 5H_2O .$$

Er faßt die Zeolithe als Salze einer Alumokieselsäure

$$H_5AlSi_2O_8$$

oder einer Polymeren derselben, deren fünf H-Atome durch die Integrale $(R^{II}Si)^{X}$ und $(R^{II}Al)^{V}$ vertreten sind.

Löslichkeit.

S. Hillebrand[2]) beobachtete, daß Heulanditpulver bei Berührung mit Wasser aufquillt. Es wurde 2,3 g Heulanditpulver (Berufjord, Island) durch vier Monate mit reinem Wasser behandelt, wobei die Lösung mehrfach erneuert wurde. Die Lösung war stets trüb von den in derselben schwebenden veränderten und unveränderten Partikeln. Der Bodenkörper, an dessen Oberfläche sich nach dem Abfiltrieren und nachheriger allmählicher Trocknung eine gallertartige, glasig glänzende Schicht gebildet hat, wurde analysiert. Die Analyse ergab folgendes Resultat, neben dem die ursprüngliche Zusammensetzung des Materials sowie die sich ergebenden Differenzbeträge angegeben sind.

[1]) H. S. Washington, Am. Journ. [4] **34**, 555—571 (1912).
[2]) S. Hillebrand, Sitzber. Wiener Ak. **115**, 720 (1906).

	1.	2.	Differenzen
Na_2O	0,95	0,69	— 0,26
K_2O	0,66	0,29	— 0,37
CaO	7,93	6,65	— 1,28
MgO	0,07	—	—
Fe_2O_3	0,13	—	—
Al_2O_3	15,97	16,06	+ 0,09
SiO_2	58,03	57,10	— 0,93
H_2O	16,78	19,30	+ 2,52
	100,52	100,09	

G. Steiger[1]) ließ auf Heulanditpulver reines Wasser bei einer Temperatur von 70° Fahrenheit durch einen Monat einwirken. Die abfiltrierte Lösung wurde dann mit normaler Salzsäure und Methylorange als Indikator titriert und die Resultate auf Na_2O berechnet. Das untersuchte Heulanditpulver enthielt nach der Analyse 2°/₀ Alkalien, in der Lösung wurde das Äquivalent von Na_2O = 0,13 gefunden.

C. Doelter[2]) ließ destilliertes Wasser auf Heulandit von Island einwirken. Die Versuche wurden in Flintenläufen oder in eisernen Röhren, die mit Silber gefüttert waren, ausgeführt. In der Lösung konnten deutliche Spuren von Kieselsäure, Tonerde und Kalk nachgewiesen werden.

In kohlensäurehaltigem Wasser. Nach C. Doelter gingen nach 20tägiger Einwirkung, bei einer Temperatur von 120° 3,9 % der Gesamtmenge in Lösung. Das Verhältnis der gelösten Bestandteile war:

62,08 %	SiO_2
25	Al_2O_3
12,2	CaO
99,28 %	

In Natriumcarbonatlösung. Nach 14 Tagen gingen bei 80° in einer 10 %igen Lösung 4,2 % der Gesamtmenge in Lösung. Das Verhältnis der gelösten Bestandteile belief sich auf:

67,0 %	SiO_2
5,9	Al_2O_3
22,1	CaO
95,0	

In Salzsäure. Mit HCl gekocht, liefert der Heulandit einen schleimigen bis pulverigen Rückstand. Nach E. Löwenstein[3]) scheidet sich beim Behandeln des Heulandits mit konzentrierter Salzsäure sofort Kieselsäure in Form eines feinen Pulvers ab. Die aus dem Heulandit isolierte Kieselsäure untersuchte S. Hillebrand.[4]) Sie fand, daß die lufttrockene Säure durch Methylenblau hell berlinerblau gefärbt wird.

Nach F. Rinne[5]) gingen durch Behandlung des Heulandits mit 20 %iger Salzsäure durch 7 Stunden

[1]) G. Steiger, Am. Journ. Chem. Soc. **21**, 437—439 (1899).
[2]) C. Doelter, Tsch. min. Mit. **11**, 328 (1890).
[3]) E. Löwenstein, Z. anorg. Chem. **63**, 74 (1909).
[4]) S. Hillebrand, Sitzber. Wiener Ak. **115**, 716 (1906).
[5]) Eschweiler bei F. Rinne, N. JB. f. Min. etc. 1896, I, 139.

15,43 % Al_2O_3
8,83 CaO

in Lösung und es blieb nur wasserhaltige Kieselsäure zurück, in der man mit Hilfe des Fluorammoniums nur 0,33 % näher unbestimmter Basen nachweisen konnte. Das spezifische Gewicht der Kieselsäure war 2,143.

Nach F. Cornu[1]) wurde Heulandit von Island von konzentrierter Salzsäure bei Zimmertemperatur selbst nach tagelanger Einwirkung kaum merklich angegriffen. Erhitzt man Spaltblättchen ‖ (010) mit konzentrierter Salzsäure in einer bedeckten Porzellanschale auf dem Wasserbade, so blättert das Mineral auf und die Spaltblättchen weisen ein System von Kontraktionsrissen auf, die parallel (001) verlaufen. Außer diesen bilden sich noch quer zu diesen verlaufende unregelmäßige Sprünge.

Verdünnte Schwefelsäure zersetzt den Heulandit in Sulfate und Kieselsäure.[2])

Reaktionen. F. W. Clarke[3]) füllte in 50 ccm-haltige Glasfläschen pulverisierten Heulandit und ließ hierauf Wasser einwirken. Die Reaktion der Lösung wurde mit alkoholischem Phenolphthalein geprüft und ergab für den Heulandit eine schwache, aber deutliche alkalische Reaktion.

F. Cornu[4]) fand, daß die durch Behandlung mit Salzsäure aus dem Heulandit dargestellte Kieselsäurepseudomorphose schwach sauer reagiert.

Farbreaktionen. Nach den Versuchen von P. Gaubert[5]) sind gut erhaltene, keine Sprünge aufweisende Kristalle des Heulandits für Farbstoffe undurchlässig. Nach ihm ist die Färbung der Zeolithe durch das Einschließen von Flüssigkeiten, die den Farbstoff enthalten, bedingt.

Thermochemisches Verhalten. Für den Heulandit berechnete O. Mullert[6]) die Bildungswärme aus der Gleichung:

$$CaO + Al_2O_3 + 6SiO_2 + aq = CaO.Al_2O_3.6SiO_2 \text{ (krist. Heulandit)} + 59{,}44 \text{ Cal.}$$

Bei einem Lösungsversuche beobachtete er folgende Größen

Angewandte Menge = 0,8170,
Wassergehalt in Gew.-Proz. = 16,92 %,
Wasserwert der Kalor. in Kalorien 425,29,
Temperaturanstieg 0,878,
Lösungswärme pro g in Kal. = 0,5501.

Die Bildungswärme berechnet sich pro 1 Mol. in Kal. + 59,44 und pro 1 g in Kal. + 0,114.

Physikalische Eigenschaften.

Dichte. Außer den in der Analysenzusammenstellung angegebenen Bestimmungen liegen noch zwei genauere Angaben vor. V. Goldschmidt[7]) gibt für farblose, wasserhelle Kristalle von Island den Wert 2,202 als sicher an, und E. Billows[8]) fand für den Heulandit aus dem Melaphyr von Om-

[1]) J. Cornu, Tsch. min. Mit. **24**, 209 (1905).
[2]) F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1896, I, 139.
[3]) F. W. Clarke, Am. Journ. Chem. Soc. **20**, 739 (1898).
[4]) F. Cornu, Tsch. min. Mit. **24**, 423 (1905).
[5]) P. Gaubert, Bull. Soc. min. **26**, 178 (1903).
[6]) O. Mullert, Z. anorg. Chem. **75**, 236—237 (1912).
[7]) V. Goldschmidt, Ann. d. Hof-Mus. in Wien **1**, 127.
[8]) E. Billows, Riv. di Min. e Crist. **27**, 49 (1901).

bretta den Wert 2,17. — Bei den Bestimmungen des spezifischen Gewichts dürfte nicht zu übersehen sein, daß Heulandit oft Quarzeinschlüsse enthält (vgl. F. Cornu, l. c.). Über die Änderung des spezifischen Gewichts infolge Erhitzung liegen Angaben von P. Gaubert[1]) vor.

Härte: 3,5—4.

Spaltbarkeit: ∥(010) ausgezeichnet.

Farbe an verschiedenen Vorkommen wechselnd. Meist farblos, weiß oder grau. Der Heulandit vom Fassatale, sowie manche schottische und siebenbürgische Vorkommen zeichnen sich durch ihre charakteristische ziegelrote Färbung aus. Nach der Angabe von A. Kenngott rührt dieselbe von eingeschlossenen Goethitblättchen her.

Optische Eigenschaften. Der Heulandit ist optisch normal. Die optische Achsenebene verläuft meistens parallel (001), die positive Mittellinie (I) ist immer die geometrische b-Achse. — Die Dispersion gekreuzt. $\varrho > v$. Der optische Achsenwinkel $2E$ ca. 50°. Nach E. Artini[2]) beträgt die Dispersion der optischen Achsen im Mittelteil einer von ihm untersuchten Platte

6° für blaues, 8° 30′ für gelbes, 10° für rotes Licht.

Die Brechungsexponenten untersuchte genau P. Gaubert.[3]) Er fand (Fundort?) an Platten parallel (010).

I. $N_\alpha = 1{,}4998$; $N_\beta = 1{,}5003$; $N_\gamma = 1{,}5070$.
$2V = 31°\,22'$ (ber.).

II. $N_\alpha = 1{,}4996$; $N_\beta = 1{,}5008$; $N_\gamma = 1{,}5069$.

Eine optische Anomalie beruht darauf, daß Spaltblättchen nach der Klinopinakoidfläche, welche der Oberfläche des Kristalls entnommen sind, einheitlich auslöschen, Blättchen hingegen, die aus dem Innern des Kristalls abstammen, eine Felderteilung zeigen, die sich der kristallographischen Begrenzung (100) (001) ($\bar{1}01$) ($\bar{2}21$) anpaßt und ein Innenfeld einschließt. An Blättchen, welche aus dem Zentrum des Kristalls entnommen sind, erreichen die Außenfelder die maximale Ausdehnung und das Innenfeld verschwindet.

Je nach der Lage der Blättchen wechselt auch die Orientierung. In den von der Oberfläche stammenden Blättchen verläuft die optische Achsenebene im stumpfen Winkel der Achsen a und c und schließt mit der a-Achse nach F. Rinnes[4]) Beobachtungen einen für die verschiedenen Vorkommen verschiedenen Winkel ein. Er beträgt an den Kristallen von Andreasberg 34°, Viesch 6°, Berufjord 8°, Fassatal 12°. — Auf der Spaltfläche tritt die erste Mittellinie senkrecht aus. Der Winkel der optischen Achsen ist verschieden.

Hingegen ist in den dem Kristallinnern näher liegenden Blättchen die Lage der optischen Achsenebene je nach dem Felde verschieden, wenn auch sie in allen im stumpfen Winkel $a:c$ zu liegen kommt. F. Rinne gibt an, daß an den Kristallen von Andreasberg im Felde an (001) anstoßend die Achsenebene mit der Klinodiagonalen einen Winkel von 25° und in dem an (100) anliegenden Sektor dieser Winkel 50° beträgt. — Der beschriebene Fall ist der einfachste. Die Erscheinungen können viel komplizierter werden.

---

[1]) P. Gaubert, Bull. Soc. min. **30**, 104—108 (1907).
[2]) E. Artini, R. Acc. d. Linc. **11**, 362—367 (1902).
[3]) P. Gaubert, Bull. Soc. min. **30**, 104 (1907).
[4]) F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1887, I, 25.

F. Rinne deutete diese Erscheinungen durch die Annahme, daß der Heulandit aus optisch verschieden orientierten Teilen aufgebaut ist. Er glaubt, daß jede Kristallfläche ins Innere des Kristalls einen Sektor aussendet, „dessen Spitze im Zentrum des Individuums ruht. Die Sektoren zeigen verschiedene Lagen der Auslöschungsrichtungen auf der allen gemeinsamen Spaltfläche und sind in sich nicht einheitlich aufgebaut.“ [1])

Hingegen glaubt R. Brauns,[2]) daß die Ursache der optischen Anomalie in einer isomorphen Beimischung zu suchen ist. Er zeigt hierbei — wohl nicht mit Unrecht —, daß alle von F. Rinne untersuchten Kristalle strontiumhaltig sind und zwar kann der Gehalt an Strontium so groß sein, daß die Hälfte der Calciummenge durch denselben ersetzt werden kann.

Infolge Erhitzung werden die optischen Eigenschaften gestört. Die erste diesbezügliche Beobachtung rührt von A. Des Cloizeaux her. Er fand bei $\pm 100^0$ eine Verkleinerung des Achsenwinkels um die erste Mittellinie und bei einem weiteren Erhitzen nebst einer Vergrößerung desselben eine zur vorigen Lage der Achsenebene senkrechte. Von ihm stammt auch die Angabe, daß beim Erwärmen die optische Achsenebene für rote Strahlen gedeckt wird. Die Ursache dieser Erscheinungen sah E. Mallard[3]) im Wasserverlust infolge Erhitzung, während W. Klein[4]) den Wasserverlust und die Temperaturerhöhung verantwortlich machte.

Des weiteren verfolgte die Erscheinungen F. Rinne, der auch die Änderungen der optischen Orientierung in verschiedenen Medien untersuchte. Hier möge nur die betreffende Literatur angeführt werden:

F. Rinne, Sitzber. Berliner Ak. 1890, 183; N. JB. Min. etc. 1892, I, 12—44 1896, I, 139—148; 1899, I, 1—31.

Weitere Einzelheiten bei:

U. Panichi, Mem. Acc. d. Linc. [5a] **4**, 389 (1892). — G. B. Negri, Riv. de Min. e Crist. ital. **7**, 90 (1890). — E. Artini, R. Acc. d. Linc. **4** (1888). — F. Millosevich, ebenda [5a] **17**, 266 (1908). — E. Billows, Riv. di Min. e Crist. ital. **27**, 49 (1901).

Erwähnt möge nur noch eine Untersuchung von P. Gaubert[5]) über die Änderung der Brechungsexponenten infolge Erhitzung. Die Platte I (vgl. oben), dessen Brechungsexponenten angegeben wurden, wurde auf 200^0 in Glyzerin erhitzt und nachher abgekühlt. Der Brechungsexponent N_β betrug 1,48 und verminderte sich nach nachheriger Erhitzung auf 260^0 in demselben Medium auf $1,472 = N_\beta$.

Die Platte II wurde zuerst in kochendem Glyzerin erhitzt und nachher eine Zeitlang in Methylenjodid aufbewahrt:

Es veränderte sich

$$N_\alpha = 1,5004; \quad N_\beta = 1,5015; \quad N_\gamma = 1,5078. \qquad 2V = 45^0 56' \text{ (ber.)}.$$

Eine dritte Platte, deren Lichtbrechung ursprünglich der zweiten Platte glich, wurde auf 200^0 erhitzt und die Messung der Brechungsexponenten sofort vorgenommen. Es betrug:

$$N_\alpha = 1,4651; \quad N_\beta = 1,4733; \quad N_\gamma = 1,4747.$$

---

[1]) F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1887, II, l. c.
[2]) R. Brauns, Optische Anomalien (Leipzig 1891).
[3]) E. Mallard, Bull. Soc. min. **5**, 255—260 (1882).
[4]) W. Klein, Z. Kryst. **9**, 38 (1884).
[5]) P. Gaubert, Bull. Soc. min. **30**. 104—108 (1907).

Die Platte wurde nachher durch 5 Monate in Tetrabromacetylen gehalten, worauf die Lichtbrechung beträchtlich zunahm. Es war

$$N_\alpha = 1,4994; \quad N_\beta = 1,5009; \quad N_\gamma = 1,5071.$$

Umwandlung des Heulandits.

J. Lemberg zeigte zuerst, daß der Heulandit unter dem Einfluß von Kalium bzw. Natriumchloridlösungen in die entsprechende Alkaliverbindung übergeht.

Er[1]) ließ zunächst auf den Stilbit von Berufjord (Anal. 22, S. 173) bei 100° eine KCl-Lösung durch $1^1/_2$ Monate einwirken. Es entstand das Produkt 1, welches nach 14 tägiger Behandlung mit NaCl-Lösung bei 100° in Nr. 2 überging.

Die Umwandlung des Na-Heulandits in Analcim unter dem Einfluß von NaCl-Lösung bei erhöhter Temperatur (210—220°) erfolgte äußerst langsam. Das Produkt Nr. 2 wurde von J. Lemberg durch 1355 Stunden bei genannter Temperatur mit NaCl-Lösung erhitzt, und ging selbst dann nicht vollständig in Analcim über (hoher H_2O-Gehalt) (Nr. 3). Aus dem Analcim (Nr. 3) entstand nach 79 stündiger Behandlung mit KCl-Lösung bei 210—220° ein Silicat mit 2,26% H_2O.

	1.	2.	3.
Na_2O	—	8,89	10,61
K_2O	14,30	0,78	—
Al_2O_3	16,34	16,72	17,56
SiO_2	57,21	58,14	62,56
H_2O	12,15	15,47	9,27
	100,00	100,00	100,00

Um die Analcimisierung vollständig zu machen, ließ J. Lemberg auf fein gepulverten Natrium-Heulandit durch 75 Stunden eine Lösung von 3 Teilen $Na_2O.2SiO_2.10NaCl$ und $60H_2O$ bei 195—205° einwirken. So entstand der Analcim Nr. 4, welcher durch Einwirkung von KCl-Lösung bei 200° in 75 Stunden in den Leucit Nr. 5 überführt werden konnte. Aus dem Leucit wurde wiederum durch Behandlung mit NaCl-Lösung bei 100° der Analcim Nr. 6 hergestellt.

	4.	5.	6.
Na_2O	10,94	—	10,81
K_2O	—	16,66	—
Al_2O_3	17,99	18,15	17,71
SiO_2	62,54	64,27	62,87
H_2O	8,53	0,92	8,61
	100,00	100,00	100,00

Durch Digestion des Na-Heulandits mit einer Lösung von 2 Teilen ($Na_2O.B_2O_3.10H_2O$), 10NaCl und $70H_2O$ entstand nach 78 Stunden bei 200—210° das Produkt Nr. 7, dessen Zusammensetzung auch nach 197 Stunden

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 37, 988 (1885).

unverändert blieb, Nr. 8. Das letztere ging in 78 Stunden durch Erwärmung mit KCl-Lösung bei 210—215° in Nr. 9 über.

	7.	8.	9.
Na_2O . . .	11,27	11,07	—
K_2O	—	—	16,87
Al_2O_3 . . .	17,74	17,56	18,00
SiO_2	62,22	62,68	63,89
H_2O	8,77	8,69	1,24
	100,00	100,00	100,00

Alkalisilicate entstehen auch, wenn man Na-Heulandit mit einer Lösung von 3 Teilen $Na_2HPO_4 . 12H_2O . 10NaCl . 70H_2O$ durch 74 Stunden bei 220° erhitzt (Nr. 10). Die Formel des entstandenen Silicats entspricht annähernd der Gestalt: $3(Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2) + 8H_2O$. Das Silicat 10 ging durch Behandlung mit KCl-Lösung bei 210° in 70 Stunden in das Produkt 11 über.

	10.	11.
Na_2O	10,74	—
K_2O	—	16,63
Al_2O_3	18,21	18,72
SiO_2	62,32	63,41
H_2O	8,73	1,24
	100,00	100,00

Kalium-Heulandit. Das aus Heulandit durch Behandlung und 10%iger Chlorkaliumlösung erhaltene Produkt, welches einem Kalium-Heulandit entspricht, untersuchte E. Löwenstein.

E. Löwenstein[1]) untersuchte die Gewichtsverluste des Kalium-Heulandits über verschiedene Prozente Schwefelsäure. Die Versuchsanordnung und die Darstellung war dieselbe wie beim Chabasit (vgl. diesen Bd., S. 114). Er fand

Konzentr. d. H_2SO_4-Lsg. in % H_2SO_4	Zeit in Tagen	Gewichtsverlust in % H_2O	Gewichtsverlust in g-Mol. H_2O
10	2	0	0
20	2	0,18	0,07
30	3	0,39	0,14
40	3	0,56	0,20
50	3	0,98	0,36
60	5	1,40	0,51
70	5	1,99	0,72
80	10	3,12	1,13
90	20	5,75	2,08
97	30	6,02	2,18

Der Calcium-Heulandit wurde von E. Löwenstein dargestellt, auf dieselbe Art wie beim Chabasit bereits erwähnt. Er fand folgende Gewichtsverluste:

---

[1]) E. Löwenstein, Z. anorg. Chem. **63**, 80—81 (1909).

Konzentr. d. H_2SO_4-Lsg. in % H_2SO_4	Zeit in Tagen	Gewichtsverlust in % H_2O	in g-Mol. H_2O
10	1	0,06	0,02
20	1	0,12	0,04
30	2	0,27	0,09
40	2	0,38	0,13
50	5	0,53	0,18
60	5	0,83	0,28
70	10	1,24	0,41
80	20	1,65	0,56
90	20	3,80	1,29
97	30	4,63	1,57

Ammoniumheulandit. Dieser wurde von F. W. Clarke u. G. Steiger[1]) hergestellt, indem sie den Heulandit von Berufjord, Island (Analyse Nr. 37, S. 175) mit einer vierfachen Menge trockenen Ammoniumchlorids in einem zugeschmolzenen Rohr durch 5—6 Stunden auf 350° erhitzten. Das entstandene Salz hatte die Zusammensetzung unter:

Na_2O . . . . } K_2O . . . . }	0,60
CaO	2,56
Al_2O_3	18,00
SiO_2	61,24
NH_3	4,42
H_2O bei 100°. . . . } H_2O + 100° . . . . }	13,63
	100,45

Das aufgenommene Ammoniumchlorid ist den ausgetauschten Basen äquivalent. Unter Vernachlässigung des Wassers und der löslichen Kieselsäure erhält man für den Heulandit die Formel:

$$R^{I}_{48}R^{II}_{130}Al_{330}Si_{923}O_{2495}$$

oder

$$R^{II}_{154}Al_{330}(Si_3O_8)_{300}(SiO_4)_{24}.$$

Im Ammoniumsalz sind die Verhältnisse

$$R^{I}_{270}Ca_{46}Al_{352}Si_{1021}O_{2746}$$

entsprechend

$$R^{I}_{362}Al_{352}X_{353} = 1:1:1.$$

Umwandlung des Heulandits durch Schmelzung. C. Doelter[2]) erhielt aus dem Heulandit durch Schmelzen eine halbkristalline Schmelze, in der ein pyroxenartiges Mineral nebst Anorthit und amorphe Masse vorhanden waren.

Synthese des Heulandits.

C. Doelter[2]) gelang es, Heulandit synthetisch auf mehreren Wegen darzustellen.

[1]) F. W. Clarke u. G. Steiger, Z. anorg. Chem. 29, 341—343 (1902).
[2]) C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 129.

1. Durch Umkristallisieren. C. Doelter löste in kohlensäurehaltigem Wasser gepulverten Heulandit bei 170° durch 11 Tage lang. Es entstanden große perlmutterglänzende tafelige Kristalle, schwach doppelbrechend, deren Eigenschaften denen des Heulandits entsprachen und deren Zusammensetzung nach einer Analyse von A. Unterweissacher folgende war:

	1.
Na_2O	3,36
CaO	8,53
Al_2O_3	14,02
SiO_2	58,90
H_2O	15,19
	100,00

[Na_2O aus der Differenz bestimmt. Außerdem eine geringe (nicht angegebene) Menge von Fe_2O_3, welches von der Eisenröhre, in der der Versuch unternommen wurde, herstammte.]

2. Aus Anorthit unter Zufügung von Kieselsäure. Anorthitpulver wurde bei 200° mit gelatinöser Kieselsäure in kohlensäurehaltigem Wasser 14 Tage lang erhitzt. Es entstanden hierbei nebst anderen Produkten auch tafelige Kristalle des Heulandits.

Oryzit.

Den Oryzit G. Grattarolas kann man wohl als eine Varietät des Heulandits auffassen, da nur ein Unterschied in der Härte, sonst aber keiner vorhanden ist.

Analyse.

Li_2O	Spur
Na_2O	Spur
K_2O	Spur
MgO	Spur
CaO	8,67
Al_2O_3	16,79
SiO_2	59,54
H_2O	14,84
	99,84

Aus Granit des Ganges Masso Foresi oder Fonte del prete (Elba); anal. G. Grattarola, Atti soc. tosc. sc. nat. Pisa (4) **2** (1879); Z. Kryst. **4**, 641 (1880).

Eigenschaften. Dichte 2,445; Härte 6; perlmutterähnlicher Glasglanz. In warmer Salzsäure, unter Abscheidung von Kieselgallerte löslich. Angeblich asymmetrisch, $a:b:c = 0,1782:1:0,2150$. A. Arzruni[1]) und P. Groth[2]) stellen ihn zum Heulandit, da der Prismenwinkel mit dem jenes übereinstimmt und auch der Verfasser das Kristallsystem nicht als sicher angibt.

Pseudonatrolith.

Von G. Grattarola[3]) zuerst für Natrolith gehalten, später als besonderes Mineral bestimmt, hat mit Natrolith chemisch keine Ähnlichkeit, steht aber dem Heulandit sehr nahe.

[1]) A. Arzruni, Z. Kryst. **4**, 641 (1880).
[2]) P. Groth, Tabl. systém. Genève 1904, 166.
[3]) G. Grattarola, Boll. comit. geol. ital. 1872, 284.

Analyse.

Na_2O	1,00
MgO	Spur
CaO	8,54
Al_2O_3	14,76
SiO_2	62,64
H_2O	14,82
	101,76

Aus Granit von S. Piero (Elba), neben Desmin; anal. G. Grattarola, Atti soc. tosc. sc. nat. Pisa 4, 2 (1879); Z. Kryst. 4, 641 (1880).

Eigenschaften. Kommt in feinen Nadeln vor; Härte 5—6. In Salzsäure unvollkommen löslich.

Vorkommen und Genesis.

Heulandit kommt, wie Desmin, Phillipsit hauptsächlich in basischen Ergußgesteinen, namentlich in Basalten, Melaphyren vor, und zwar in Hohlräumen und Spalten, welche oft ganz ausgefüllt sind. Er ist aber auf diese Gesteine nicht ganz allein beschränkt, denn auch in anderen Eruptivgesteinen, so im Granit und auf Pegmatitgängen zeigt er sich. Endlich ist auch seine Gegenwart auf Erzlagerstätten zu erwähnen.

Seltener ist er in Gneisen und Schiefern.

Was seine Bildung anbelangt, so dürfte er eine Thermalbildung sein; die von mir durchgeführte Synthese kann zwar die Bildungstemperatur nicht genau feststellen, sie gibt aber einige Anhaltspunkte (vgl. S. 196). Bei Temperaturen unter 100° ist seine Bildung nicht ausgeschlossen, aber immerhin unwahrscheinlicher. Entsprechend seinem ziemlich hohen Wassergehalt ist er unter den Zeolithen einer der jüngeren; es scheint aber, wie schon A. Himmelbauer (vgl. S. 15) beobachtete, eine Rekurrenz in der Paragenesis der Zeolithe vorzukommen. Seine Bildung braucht aber nicht immer als eine spätere erklärt zu werden, sie könnte auch unmittelbar nach der Erstarrung, nachdem die Temperatur sich genügend erniedrigt hatte, durch juveniles Wasser vor sich gehen.

Epistilbit.

Synonym: Monophan.

Monoklin prismatisch.

$a:b:c = 0{,}4194:1:0{,}2881$; $\beta = 90°40'$ (nach P. Groth).

$a:b:c = 0{,}5043:1:0{,}58006$; $\beta = 54°53'$ (nach G. Rose).

Vgl. auch S. 171 bei Heulandit.

Analysenzusammenstellung.

Da der Natrongehalt wenig Schwankungen unterworfen ist, er beträgt meistens 1—2%, so ist eine chemische Einteilung nicht am Platze. Die wenigen Analysen, welche kein Natron aufweisen, sind mit Ausnahme einer neueren von P. Jannasch, ältere Analysen, bei welchen vielleicht eine Trennung der Alkalien nicht vorgenommen wurde. Es erfolgt daher die Anordnung geographisch.

Island.

	1.	2.	3.	4.	5.
Na_2O	1,78	1,52	2,35 (Na₂O + K₂O)	Spur	—
K_2O	—	—		2,46	2,35
CaO	7,56	8,32	8,14	8,20	6,92
Al_2O_3	17,52	17,36	16,74	17,23	18,21
SiO_2	58,59	60,28	60,08	59,22	58,99
H_2O	14,48	12,52	14,31	13,90	14,98
	99,93	100,00	101,62	101,01	101,45

1. u. 2. Aus Mandelstein, wohl vom Berufjord; anal. G. Rose, Pogg. Ann. **6,** 185 u. 189 (1826).

3. u. 4. Berufjord; anal. W. Sart. v. Waltershausen, Vulk. Gest. 1853, 248. Bei der Analyse Nr. 3 ist das Alkali als Kali angenommen (?).

5. Von ebenda; anal. Limprecht bei W. Sart. v. Waltershausen, wie oben.

	6.	7.	8.	9.	10.
δ	—	—	2,255—2,245		2,30
Li_2O	—	—	Spur	0,05	—
Na_2O	2,05	—	1,69	1,44	2,00
K_2O	0,19	—	Spur	0,06	1,78
CaO	7,81	8,99	7,98	8,18	7,32
Al_2O_3	17,10	17,15	17,49	17,36	17,83
Fe_2O_3	0,12	—	—	—	—
SiO_2	58,74	58,55	57,57	57,70	61,87
H_2O	14,21	15,41	15,29	15,35	9,20
	100,22	100,10	100,02	100,14	100,00

Sämtliche vom Berufjord.

6. Anal. F. Kurlbaum, Am. Journ. **23**, 421 (1837).
7. Anal. P. Jannasch bei C. Tenne, N. JB. Min. etc. 1880, I, 50.
8. Anal. Derselbe, N. JB. Min. etc. 1882, II, 275.
9. Anal. Derselbe, wie oben.
10. Parastilbit; anal. W. Sart. v. Waltershausen, Vulk. Gest. 1853, 250.

Schweden und England.

	11.	12.	13.	14.
δ	—	2,247	—	—
Na_2O	1,25	1,69	—	1,20
CaO	8,75	8,61	10,63	8,21
Al_2O_3	19,17	18,20	16,67	17,03
SiO_2	56,54	56,76	58,35	58,61
H_2O	15,68	15,52	13,76	13,80
	101,39	100,78	99,41	98,85

11. Von Hartlepool zu Castle Eden (Engl.); anal. P. Jannasch bei Ch. O. Trechmann, N. JB. Min. etc. 1882, II, 274.
12. Von ebenda; anal. L. Henniges, wie oben.
13. Von den Faröer; anal. F. S. Beudant, Minér. 1832, II, 110.
14. Auf Quarzgängen in Diabasporphyr, von Lunddjörrsfjäll; anal. L. J. Igelström, N. JB. Min. etc. 1871, 361.

Nova Scotia.

	15.	16.
Na_2O	0,99	2,10
K_2O	0,99	—
CaO	7,00	7,87
Al_2O_3	15,34	16,73
Fe_2O_3	1,58	—
SiO_2	58,57	58,35
H_2O	15,42	14,93
	99,89	99,98

15. u. 16. Beide von Nova Scotia, aus Trapp von Margaretville bei Port George, Annapolis Co.; anal. H. How, Am. Journ. **26**, 33 (1858).

Ganz neue Analysen existieren nicht.

Wasserentziehung.

Über diesen Gegenstand existieren Arbeiten von P. Jannasch, C. Bodewig und F. Zambonini.

C. Bodewig[1]) fand für den Gesamtwassergehalt 15,40 und 15,15%. Zieht man das über Chlorcalcium entweichende Wasser ab, so hätte Epistilbit 14,72% Wasser.

P. Jannasch[2]) versuchte die Wirkung wasserentziehender Mittel. Über konzentrierter Schwefelsäure verlor Epistilbit:

Nach	5	Stunden	1,04%
„	24	„	1,78
„	48	„	1,97
„	72	„	Gewichtskonstanz.

Über Phosphorsäureanhydrid verlor das Mineral:

Nach	3	Stunden	1,03%
„	24	„	1,88
„	48	„	2,14
„	72	„	Gewichtskonstanz.

Wiederaufnahme dieses Materials in Luft: Der Epistilbit, welcher 72 Stunden über Phosphorsäure lag, hat nach 7 Stunden um 0,0116 g zugenommen.

Der Wasserverlust über Chlorcalcium war nach 5 Stunden 0,54% und blieb so nach 30 Stunden; über trockenem Sand verlor das Mineral nur 0,10%.

Der Wasserverlust[3]) ist:

Bei 100—105°	1,76%
156—160	3,58
200	4,48
260—280	10,22
300—350	12,13

Der Wassergehalt dieses Epistilbits vom Berufjord betrug 15,24%.

[1]) C. Bodewig bei C. Hintze, Z. Kryst. **8**, 611 (1884).
[2]) P. Jannasch, N. JB. Min. etc. 1884, II, 211.
[3]) P. Jannasch, ebenda 1882, II, 262.

V. Goldschmidt[1]) bestimmte den Wassergehalt mit 15,5 %, während die Formel 14,8 % verlangt.

F. Zambonini[2]) erhitzte Epistilbit in feuchter Luft und erhielt folgende Werte:

Temperatur	Wasserverlust
120°	2,06°
172	4,70
210	7,31
248	10,33
308	12,69
375—380	13,27
450—460	14,09
Gesamtverlust	15,11 %

Nach F. Zambonini wäre es durchaus willkürlich, einen Teil des Wassers als Konstitutions-, den anderen als Kristallwasser zu erklären. Wenn man nach der Methode P. Jannasch operiert, bekommt man bei der Konstruktion der Wasserverlustkurve als Funktion der Temperatur zwischen 250 und 260° einen Inflexionspunkt, wenn der Verlust weniger als 11 % beträgt, während er nach der eigenen Methode einen weniger charakterisierten Knickpunkt erhält, welcher 300° entspricht, bei einem Verlust von 12,50 %.

Die Wiederaufnahme des Wassers unter Wasser nach 15 Stunden betrug für das auf verschiedene Temperaturen erhitzte Material:

Temperatur	Wasseranfnahme
120°	+ 0,08
172	+ 0,06
210	+ 0,04
248	— 4,99
308	— 10,02
375—380	— 12,26
450—460	— 13,47

F. Zambonini schließt aus seinen Untersuchungen, daß es sich bei Epistilbit weder um Kristallwasser, noch um Konstitutionswasser handle, sondern um Absorptionswasser.

Formel.[1])

Diese hängt wesentlich von der Rolle des Wassers ab. C. F. Rammelsberg[3]) fand folgende Verhältnisse:

Analytiker	R:Al:Si:H_2O	R:Ca
P. Jannasch	1,1:2:5,2:4,8	1:3
L. Henniges bei Ch. O. Trechmann	1 :2:5,4:4,9	1:2,9
Limpricht	0,9:2:5,5:4,6	1:1,6
P. Jannasch	0,9:2:5,8:5,4	
W. Sart. v. Waltershausen	1,0:2:6,0:4,7	1:2,9
H. How	1,0:2:6,0:5,1	1:2

[1]) V. Goldschmidt, N. JB. Min. etc. 1906, I, 16.
[2]) F. Zambonini, Atti R. Acc. Napoli 34, 115 (1908).
[3]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 383 (1895).

C. Hintze[1]) stellt auf Grund der Jannaschschen Versuche die Formel auf:

$$H_4CaAl_2(SiO_3)_6 . 3H_2O.$$

F. Rinne[2]) schrieb:

$$\overset{II}{R}Al_2Si_6O_{16} . 5\tfrac{1}{2}H_2O.$$

P. Groth schreibt die Formel:

$$H_6Ca_2Al_4(SiO_3)_{11} . 7H_2O.$$

F. W. Clarke stellte für das Epistilbit dieselbe Formel wie für Heulandit auf (siehe diesen S. 187).[3])

Die Frage, ob ein Teil des Wassers stärker gebunden sei, wie dies früher nach der Untersuchung von P. Jannasch angenommen wurde, ist durch die Untersuchungen F. Zamboninis[4]) wieder aufgeworfen worden. Es ist jene Ansicht durchaus nicht sichergestellt. Was das lockerer gebundene Wasser anbelangt, so dürfte eher anzunehmen sein, daß es sich um Adsorptionswasser handelt. Im übrigen kann man wohl übereinstimmend annehmen, daß sich Epistilbit in dieser Hinsicht so verhält wie der Heulandit, mit welchem ja die Analogie sehr groß ist. Es sei daher auf diesen verwiesen.

Eigenschaften.

Spaltbar ziemlich vollkommen nach (010), Bruch uneben. Spröde. Härte etwas über 4. Dichte 2,25 (siehe die Analysen).

Glasglanz, auf der Spaltfläche perlmutterglänzend. Durchsichtig bis durchscheinend. Farblos bis weiß, auch bläulich und gelblich.

Optische Konstanten. A. Des Cloizeaux[5]) fand für die Brechungsquotienten: $N_\gamma = 1{,}51$ (Rot). A. Lacroix ergänzte diese Bestimmung für $N_\alpha = 1{,}512$ und $N_\gamma = 1{,}502$ (beide für Natriumlicht). Der Winkel der optischen Achsen $2E = 67$—69^0 für Rot und 79—83^0 für Blau.

Nach C. Tenne[6]) und L. Henniges[7]) ist der Winkel:

Kristalle von Island $2E = 73^0 30'$ (Li-Licht), $75^0 35'$ (Na-Licht), $76^0 40'$ (Tl-Licht),
Kristalle von England $2E = 69^0 12'$ (Li-Licht), $70^0 45'$ (Na-Licht), $71^0 55'$ (Tl-Licht).

B. Mauritz[8]) fand für Epistilbit von Nadap (Ungarn) negative Doppelbrechung, N_β = zirka 1,5 $2E$ zirka 70^0. Durch Temperaturerhöhung tritt nach A. Des Cloizeaux Vergrößerung des Achsenwinkels ein:

	12	47	71,5	95,5	121
$2E =$	$70^0\,25'$	$72^0\,18'$	73^0	$73^0\,58'$	$74^0\,56'$

F. Rinne[9]) konstatierte, daß die Zwillinge beim Erhitzen die Tendenz haben, zu einem einheitlichen Kristallindividuum, welches rhombiseh ist, sich umzulagern. Durch Wasseraufnahme kehrt die ursprüngliche Zwillingsbildung wieder. Damit sind Verschiebungen der optischen Elastizitätsachsen verbunden.

[1]) C. Hintze, l. c. 612.
[2]) F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1892, I, 12.
[3]) Vgl. auch G. Tschermak bei Heulandit, S. 186.
[4]) F. Zambonini, l. c.
[5]) A. Des Cloizeaux, Man. de Minér. 1862, 555.
[6]) C. Tenne, N. JB. Min. etc. 1880, I, 46.
[7]) L. Henniges, ebenda 1882, II, 262.
[8]) R. Mauritz, Földtani Közlöni **38**, 590 (1908); Z. Kryst. **48**, 439 (1911).
[9]) F. Rinne, Mon.-Ber. Berliner Ak. **46**, 1181 (1890).

Vor dem Lötrohre zu blasigem Email schmelzbar. Im Kölbchen entweicht Wasser.

Durch konzentrierte Salzsäure unter Abscheidung pulveriger Kieselsäure zersetzbar, aber nicht vollständig. Geglühter Epistilbit wird nicht mehr angegriffen.

Ptilolith.

Kristallinisch, faserig-filzig, büschelig.

Analysen.

	1.	2.
Na_2O	0,77	2,63
K_2O	2,83	0,64
CaO	3,87	3,30
Al_2O_3	11,90	11,44
SiO_2	70,35	67,83
H_2O	10,18	13,44
	99,90	99,28

1. In Hohlräumen eines blasigen Augit-Andesits, Table Mountains, Jefferson Co. (Colorado); anal. L. G. Eakins bei Wh. Cross u. L. G. Eakins, Am. Journ. **32**, 117 (1886); Z. Kryst. **12**, 501 (1887).

2. Aus Blasenräumen eines Pechsteins südöstlich von Silver Cliff, Custer Co. (Colorado); anal. L. G. Eakins bei Wh. Cross u. L. G. Eakins, Am. Journ. **44**, 96 (1898); Z. Kryst. **23**, 526 (1894).

Später wurde dieses Mineral auch in Italien und auf der Kronprinzinsel und auf Island gefunden.

	3.	4.	5.
Na_2O	1,19	6,07	4,46
K_2O	1,69		0,72
MgO	—	Spur	—
CaO	3,31	3,77	2,33
Al_2O_3	10,76	11,20	11,63
Fe_2O_3	—	—	0,09
SiO_2	67,52	65,21	67,15
Cu	—	—	Spur
H_2O bei 110°	—	4,11	—
H_2O bei 350°	14,43*)	7,37	13,98
Beim Glühen	—	2,74	—
	98,90	100,47	100,36

*) Außerdem 0,81% hygroskopisches Wasser.

3. In Kalkspat aus Höhlungen von Basalt von der Teplitz-Bai, Kronprinz Rudolf-Insel; anal. L. Colomba, Atti R. Acc. Torino **37**, 383 (1890); Z. Kryst. **40**, 100 (1904).

4. Aus turmalinführendem Granit von S. Piero in Campo, Elba; anal. G. d'Achiardi, Atti soc. tosc. sc. nat. Pisa **22**, 150 (1906); Z. Kryst. **44**, 666 (1907).

5. Von Teigarhorn, Island; anal. G. Lindström, Geol. För. Förh. Stockholm **20**, 106 (1907); Z. Kryst. **46**, 609 (1909).

Wassergehalt. Wh. Cross und L. G. Eakins fanden den Wassergehalt (Analyse 2), wie folgt:

Bei 110°	2,62%
„ 125	1,31
„ 300	5,41
„ Rotgl.	3,10
	13,44%[1]
Über H_2SO_4	3,84

G. d'Achiardi fand: im ganzen 14,22% (vgl. oben bei Analyse 4).

L. Colomba fand über Chlorcalcium 0,81% Wasserverlust, bei 85° 4,28%, bei 105—110° 5,46%. Das Mineral kann das Wasser wieder aufnehmen, bei höheren Temperaturen ist dies nur teilweise der Fall. Bei Erhitzung auf 120—125° werden die Ptilolithnadeln doppelbrechend, auch jene, welche bei gewöhnlicher Temperatnr isotrop erscheinen. L. Colomba meint, daß diese optische Veränderung jedoch nicht mit dem Wasserverluste, sondern mit einer Änderung im Molekularzustande znsammenhängt.

Formel. L. G. Eakins berechnete aus seiner ersten Analyse das Verhältnis:

$$K_2O + Na_2O + CaO : Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O$$
$$0,96 : 1,00 : 10,06 : 4,86$$

oder

$$1 : 1 : 10 : 5.$$

Daher die Formel:

$$RO . Al_2O_3 . 10SiO_2 . 5H_2O.$$

In dieser ist R = Ca, K_2, Na_2. Es lägen also drei isomorphe Silicate vor:

$$CaAl_2Si_{10}O_{24} . 5H_2O$$
$$K_2Al_2Si_{10}O_{24} . 5H_2O$$
$$Na_2Al_2Si_{10}O_{24} . 5H_2O$$

In ihrer späteren Arbeit erhielten Wh. Cross und L. G. Eakins für den Wassergehalt um 3,26% mehr als bei der früheren Analyse. Die Atomverhältnisse sind:

$$CaO + Na_2O + K_2O : Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O$$
$$0,109 : 0,112 : 1,131 : 0,747$$

oder

$$0,98 : 1,0 : 10,1 : 6,67.$$

Die Formel des neuen Vorkommens wäre:

$$RAl_2Si_{10}O_{24} . 6\tfrac{2}{3}H_2O.$$

F. W. Clarke[2] ist auf Grund dieser Untersuchungen der Ansicht, daß man einfache Formeln für Ptilolith, wie auch für Mordenit erhält, wenn man einen Teil des Wassers als Konstitutionswasser ansieht. Er leitet diese Silicate von der Säure $H_2Si_2O_5$ ab, welche sich im Milarit und Petalit findet. Er nimmt folgende Silicate im Ptilolith und Mordenit an:

A. $CaH_2Al_2(Si_2O_5)_5 . 3H_2O$
B. $CaH_2Al_2(Si_2O_5)_5 . 5H_2O$
C. $K_2H_2Al_2(Si_2O_5)_5 . 6H_2O$
D. $Na_2H_2Al_2(Si_2O_5)_5 . 6H_2O$.

[1] Summe im Original unrichtig, offenbar in den Zahlen Druckfehler.
[2] F. W. Clarke, Anhang zu der Arbeit von Wh. Cross u. L. G. Eakins.

Die drei Mineralien haben dann folgende Zusammensetzung:

Ptilolith,	Green Mts.	A:B = 3:2
„	Silver Cliff	B:D = 1:1
Mordenit		B:C:D = 1:1:1.

Bezüglich des Wassergehalts ist jedoch zu bemerken, daß die vorgenommene Teilung des Wassers in Konstitutionswasser und Hydratwasser doch willkürlich ist. Nimmt man das ganze Wasser als Zeolithwasser, so würde man für das wasserfreie Mineral die Formel $RAl_2Si_{10}O_{24}$ haben.

Eigenschaften. Feinfaserige, filzige haarförmige Nadeln oder lockerschwammige Massen. Doppelbrechung schwach, farblos bis weiß, durchsichtig.

Vor dem Lötrohre zu klarem Glas schmelzbar. In Salzsäure unlöslich, durch konzentrierte Salzsäure langsam zersetzbar.

Mordenit.

Kristallform ganz ähnlich wie die des Heulandits.

$$a:b:c = 0{,}40099:1:0{,}42792; \quad \beta = 88^0\,29'\,46''.$$

Varietät: Steeleit.

Analysen.

	1.	2.	3.
Na_2O	2,26	2,35	2,27
K_2O	0,09	0,06	3,58
MgO	—	—	0,17
CaO	3,94	3,46	1,94
Al_2O_3	13,28	12,77	11,17
Fe_2O_3	—	—	0,57
SiO_2	67,33	68,40	66,40
H_2O	12,88	13,02	13,31
	99,78	100,06	99,41

1. Bei Morden, Kings Co. (Nova Scotia, Canada), im Trappgestein; anal. H. Ho[illegible], Journ. chem. Soc. **2**, 100 (1864). Analyse an reinem Material.
2. Von ebenda, Mittel aus Analyse 1 und vier anderen Analysen an wenig[illegible] reinem Material; anal. wie oben.
3. In Hohlräumen von zersetztem Basalt, Hoodo Mountains, westlich Wyomin[illegible]; anal. L. V. Pirsson, Am. Journ. **40**, 232 (1890). Mittel aus zwei Analysen.

$$CaO:Na_2O:K_2O = 1:1:1.$$

	4.	5.	6.
Na_2O	2,41	2,08	2,74
K_2O	0,67	0,30	0,43
MgO	0,17	—	—
CaO	3,86	1,99	2,18
Al_2O_3	12,13	7,22	8,84
Fe_2O_3	0,03	—	Spur
SiO_2	66,86	78,70	74,34
H_2O	13,87	9,71	12,05
	100,00	100,00	100,58

4. Mordenit, sog. Comptonit von der Seisser Alpe, reine Substanz; anal. St. J. Thugutt, C. R. soc. scient. Varsovie 5, 76 (1912); N. JB. Min. etc. 1913, II, 33.
5. Von Osterö, feinfaserig, farblos, mit Einschlüssen von Kieselsäure; anal. wie oben.
6. Von ebenda, kieselsäureärmere Probe; anal. wie oben.

Die beiden letzteren Analysen weichen namentlich im Tonerdegehalt stark von den übrigen ab. Bei Analyse 5 ist auch der Kieselsäuregehalt hoch, der des Wassers auffallend niedrig: wahrscheinlich war das Material stark verunreinigt.

Formel. H. How berechnete aus seinen Analysen die Formel:

$$\overset{II}{R}Al_2Si_9O_{22} . 6H_2O.$$

L. V. Pirsson stellt folgende Atomverhältnisse auf:

$$\underbrace{Na_2O + K_2O + MgO + CaO}_{0,113} : Al_2O_3 + FeO : SiO_2 : H_2O$$

$$0,113 \quad : \quad 0,112 \quad : 1,106 : 0,7394$$

oder

$$0,92 \quad : \quad 0,91 \quad : 9,00 : 6,01$$

Es stimmt dies mit der Formel von H. How:

$$RO . Al_2O_3 . (SiO_2)_9 . 6H_2O.$$

St. J. Thugutt berechnet für die Analyse Nr. 4 von der Seisser Alpe dieselbe Formel wie H. How:

$$RAl_2Si_9O_{22} . 6H_2O.$$

$$(K_2O, Na_2O, CaO) . (Al_2O_3)_3 . (SiO_2)_{27} . 18H_2O.$$

Der Unterschied zwischen dem Resultat von L. V. Pirsson und jenem von H. How ist der, daß die Hälfte des Kalkes durch Kali ersetzt wird.

Im allgemeinen ist die Formel:

$$3RAl_2Si_{10}O_{24} : 20H_2O,$$

worin die 3R ersetzt sind durch je ein Na_2, K_2 und Ca.

Es wäre dies die von Wh. Cross und L. G. Eakins gefundene Formel für Ptilolith. Die beiden Mineralien unterscheiden sich durch die Kristallform und ihre optischen Eigenschaften.

Eigenschaften. Spaltbar nach (010), vollkommen. Dichte 2,1—2,2. Härte 3 nach L. V. Pirsson, nach H. How etwas härter 3—5. Spröde, Bruch uneben.

Glasglanz, auf der Spaltfläche nach L. V. Pirsson Perlmutterglanz. Farbe weiß, gelblich, rötlich bis rot. Kantendurchscheinend.

Die Ebene der optischen Achsen ist normal zur Symmetrieebene. Achsenwinkel groß; es ist nicht zu entscheiden, ob *a* oder *c* die erste Mittellinie ist. Doppelbrechung schwach. Scharfe Auslöschung.

Vor dem Lötrohre unter Anschwellen ohne Aufblättern ziemlich schwer zu weißem Email schmelzbar. In Säuren nicht ganz zersetzbar.

Vorkommen. Kommt im zersetzten zu Ton verwitterten Basalt mit Apophyllit, Baryt, auch mit Gyrolith und einem prehnitähnlichen Mineral vor.

Stellerit.

Rhombisch. $a:b:c = 0{,}98:1:0{,}76$.

Analyse.

Na_2O	Spur
CaO	8,23
Al_2O_3	14,41
Fe_2O_3	0,22
SiO_2	59,23
H_2O	18,15
	100,24

Aus Hohlräumen eines Diabastuffes am Nordwestkap der Kupferinsel (Commandorinseln); anal. J. Morozewicz, Bull. Acad. Krakau 1909, 344. Ref. Z. Kryst. **50**, 654 (1912).

Formel. Das Molekularverhältnis ist:

$$CaO:Al_2O_3:SiO_2:H_2O = 1{,}04:1{,}0:6{,}96:7{,}14.$$

Daraus wird die Formel berechnet:

$$CaAl_2Si_7O_{18}\,.\,7H_2O.$$

J. Morozewicz betrachtet die Zeolithe als Derivate der komplexen Alumokieselsäuren von der allgemeinen Formel

$$H_2Al_2Si_nO_{2n+4}$$

mit Ionen H_2 und $(Al_2Si_nO_{2n+4})$.

Der Stellerit steht zwischen Desmin (Si_9) und Ptilolith (Si_{10}).

Zeolithwasser des Stellerits. Die Wasserbestimmungen ergaben: 18,40; 18,41; 18,40 und 18,57%.

Bei Erhitzung erfolgt die Wasserabgabe stetig, wie es F. Rinne beim Desmin fand.

Er verliert unter 200° vier Moleküle Wasser; bei 125° entweichen etwa zwei Moleküle; dabei läßt sich keine Veränderung wahrnehmen. Das unter 125° abgegebene Wasser wird aus der Luft wieder aufgenommen; nach Erwärmung auf eine höhere Temperatur nimmt das Mineral nur einen Teil des ursprünglichen Wassergehalts wieder auf und bei 400° verliert es diese Eigenschaft gänzlich.

J. Morozewicz hat für die Zeolithe eine einheitliche Formel vorgeschlagen, da das ganze Zeolithwasser sich einheitlich verhält. Diese ist:

$$MeAl_2Si_nO_{2n+4}\,.\,mH_2O.$$

Das optische Verhalten der Kieselsäureskelette, welche durch Behandlung mit heißer Salzsäure beim Stellerit entstehen, ist von dem aus Desmin und Brewsterit erhaltenen verschieden. Daher glaubt J. Morozewicz, daß jeder Zeolith eine besondere Kieselsäure habe.

Eigenschaften. Spaltbarkeit höchst vollkommen nach (010), weniger vollkommen nach (100); eine dritte Spaltfläche ist parallel (001). Dichte 2,124 bei 15°. Härte 3,5—4.

Der Brechungsquotient $N_\gamma = 1{,}495$. Der Winkel der optischen Achsen ist 43,5°.

Foresit.

Dieses Mineral gehört zum Desmin.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.
Na_2O	1,38	2,33	3,33	—
K_2O	0,77	0,72	0,72	0,46
BeO	—	0,71	0,71	—
MgO	0,40	0,02	0,20	Spur
CaO	5,47	5,50	5,50	8,33
MnO	—	1,02	1,02	—
Al_2O_3	27,40	36,00	38,00	24,12
SiO_2	49,96	44,60	44,60	49,97
H_2O	15,07	9,18	6,00	17,06
	100,45	100,08	100,08	99,94

Sämtliche von S. Piero in Campo (Elba), aus Turmalingranit.

1. Anal. G. vom Rath, Boll. com. geol. it. **5**, 239 (1874); Pogg. Ann. **152**, 35 (1874); N. JB. Min. etc. 1874, 518.

2. Anal. E. Bechi bei A. d'Achiardi, Min. Tosc. II, 236 (1873). Die Analysen 2 und 3 scheinen wegen ihres geringen Wassergehalts nicht ganz zuverlässig.

3. Anal. Pullé u. Capacci, Boll. comp. geol. it, V, 311 (1874).

4. Anal. F. Sansoni, Atti Soc. tosc. sc. nat. Pisa **4**, 317 (1879).

Neuere Analysen.

	5.	6.	7.	8.
Na_2O	1,14	1,14	1,14	—
K_2O	Spur	Spur	—	—
CaO	5,01	5,31	5,16	7,57
Al_2O_3	27,45	27,67	27,56	27,62
SiO_2	49,22	48,65	48,93	48,98
H_2O	17,01	16,32	16,66	15,83
	99,83	99,09	99,45	100,00

Von S. Piero in Campo (Elba), Überzug auf Turmalin.

5. u. 6. Anal. E. Manasse, Mem. soc. tosc. sc. nat. Pisa **11**, 203 (1900); Z. Kryst. **35**, 514 (1902).

7. Mittel aus beiden Analysen.

8. Berechnete Zusammensetzung aus der Formel:

$$2(Na_2O)CaO \cdot 4Al_2O_3 \cdot 12SiO_2 \cdot 13H_2O.$$

Wasserverlust. Derselbe beträgt bei 260° 8,21%, über 260° 8,11%. Gesamtverlust 16,32%.

G. vom Rath fand bei 110° einen Verlust von 1,10%, bei 180° 5,65%. Der Verlust bei Rotglut betrug 15,06%.

Formel. G. vom Rath berechnete die Formel:

$$Na_2Ca_3Al_{16}Si_{24}O_{76} \cdot 24H_2O.$$

C. F. Rammelsberg[1,2]) berechnete die Analyse von F. Sansoni und fand abweichende Verhältnisse:

---

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft I, 105 (1886).

[2]) Derselbe, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 385 (1895).

	R : Al : Si : H_2O
G. vom Rath	0,47 : 2 : 3,1 : 3
F. Sansoni	0,66 : 2 : 3,5 : 4

Die Formel für letztere Analyse ist:

$$Ca_2Al_6Si_{11}O_{33} \cdot 12H_2O.$$

E. Manasse berechnet die oben gegebene Formel.
Die Formel aus der Analyse von G. vom Rath ist nach C. F. Rammelsberg:

$$CaAl_4Si_6O_{19} \cdot 6H_2O.$$

Eigenschaften. Dichte 2,405—2,407, nach neueren Daten von E. Manasse[1]) 2,09. Farbe weißlichgelb. Auf Spaltflächen Perlmutterglanz. Vorkommen in Krusten über Turmalin, Quarz und Desmin.

Lage der optischen Achsen wie bei Desmin (nach A. Des Cloizeaux).[2]) In Salzsäure schwer zersetzbar. Vor dem Lötrohre unter Aufblähen schmelzbar.

Sasbachit.[3])

δ	1,465
K_2O	6,82
MgO	1,93
CaO	6,20
Al_2O_3	16,51
SiO_2	51,50
H_2O	17,00
	99,96

Aus dem Limburgit von Sasbach (Kaiserstuhl); anal. J. Schill, N. JB. Min. etc. 1846, 452 und A. Des Cloizeaux, Man. de Minér. 1862, 420.

Ist nach A. Knop[4]) ein Phillipsit. Härte 4—5, kommt in Fasern und Konkretionen vor, radialstrahlig.

Unbenannter Zeolith.

Vielleicht hexagonal.

Analyse.

Na_2O	2,40
K_2O	6,98
MgO	1,20
CaO	4,63
Al_2O_3	18,11
SiO_2	57,50
H_2O	10,48
	101,30

Weiße kugelige Aggregate in Einschlüssen von schlackig-blasigem Gefüge, aus dem Basalt des Großdehsaer Berges (Ober-Lausitz); anal. O. Beyer, Tsch. min. Mit. **10**, 31 (1889).

[1]) E. Manasse, l. c.
[2]) A. Des Cloizeaux, N. JB. Min. etc. 1876, 640.
[3]) Gehört zu Phillipsit.
[4]) A. Knop, Der Kaiserstuhl, 1892, 130.

Der Magnesiagehalt deutet auf Verunreinigung.

Eigenschaften. Dichte 2,162. Härte 4,5. Farblos, selten grünlich. Wasserhell. Spaltbarkeit unvollkommen nach (0001). Schmilzt vor dem Lötrohr, auch im Bunsenbrenner zu farbloser Perle. Im Glaskölbchen reichlich Wasser.

Von Salzsäure und konzentrierter Schwefelsäure nur wenig gelöst. Lufttrockene Substanz bei 120° getrocknet, erleidet einen Gewichtsverlust von 6,98 %.

Ob das Mineral zu den Zeolithen gehört, ist wegen der Schwerlöslichkeit in Säuren fraglich.

Faujasit.

Regulär.

Analysen.

	1.	2.	3.
Na_2O . . .	4,34	5,09	3,2
CaO	5,00	4,79	4,6
Al_2O_3 . . .	16,77	16,81	17,0
SiO_2	49,36	46,12	48,7
H_2O	22,49	27,02	26,0
	97,96	99,83	99,5

1. Von Sasbach, Kaiserstuhl, aus Blasenräumen des Limburgits; anal. A. Damour, Ann. mines 1, 1842, 395.
2. Von ebenda; Derselbe, Ann. mines 14, 67 (1848).
3. In Quarz und Flußspat mit Datolith von der Daisy Glimmergrube, Ottawa Co., Quebec, Canada; anal. R. A. A. Johnston bei G. C. Hoffmann, Rep. Geol. Surv. of Canada für 1900, 13, 11 (1903); Z. Kryst. 41, 406 (1906).

Wassergehalt. Versuche stammen von P. Jannasch.[1]) Er fand den Wasserverlust:

Über Calciumchlorid:

Nach	24	Stunden	1,83 %
„	48	„	1,72

Über Schwefelsäure:

Nach	54	Stunden	4,60 %
„	78	„	6,75
„	100	„	6,52
„	106	„	5,84

Über Phosphorsäureanhydrid:

Nach	118	Stunden	7,44 %
„	142	„	9,04
„	166	„	10,19
„	190	„	10,88

Von da blieb das Gewicht konstant.

Das Pulver wurde dann erhitzt, bei 105—110° betrug der Gewichtsverlust 10,88 %, also ebensoviel wie bei der Phosphorsäureanhydridentziehung. Bei 150° ergab sich 16,83 %.

Von diesem ausgetriebenen Wasser wurden in der Luft nach 22 Stunden 0,80 % wieder aufgenommen.

[1]) P. Jannasch, N. JB. Min. etc. 1887, II, 24.

Ferner stellte er fest:

Gewichtsabnahme		bei	100°	18,66 %
"	"	"	200—205	20,41
"	"	"	250—260	22,67
"	"	über Gasbrenner		27,02
"	"	vor dem Gebläse		27,59

Die bei 150° verlorene Wassermenge entspricht 12 Molekülen.

V. Goldschmidt[1]) fand den Gesamtverlust mit 27,5 %, während die Theorie 28,1 verlangt.

Formel.

Auf Grund dieser Versuche wird von C. F. Rammelsberg[2]) die Formel angenommen:

$$H_{12}Na_2CaAl_4Si_9O_{32} . 12H_2O.$$

E. D. Dana schreibt die Formel:

$$H_4Na_2CaAl_4(SiO_3)_{10} . 18H_2O.$$

Diese Formel wird auch von C. Hintze angeführt.

P. Groth[3]) schreibt:

$$H_2(Na_2, Ca)Al_2(SiO_3)_5 . 9H_2O.$$

F. W. Clarke[4]) stellt die Formel auf:

$$Al_2(Si_3O_8)_3R_5R_2 . 15H_2O.$$

Eine neue Entwässerungskurve wäre aufzustellen, um entscheiden zu können, ob das Wasser des Faujasits wirklich teils als Konstitutionswasser, teils als Hydrat-, bzw. als Adsorptionswasser, wie in anderen Zeolithen anzunehmen ist.

Eigenschaften.

Spaltbar nach (111).

Dichte 1,923. Härte 5, spröde, Bruch uneben.

Diamantartiger Glasglanz, durchsichtig bis durchscheinend.

Nach F. Rinne[5]) wird der Faujasit beim Erwärmen doppelbrechend und scheinbar einachsig. P. Jannasch ist der Ansicht, daß die ursprünglich reguläre Substanz bei 150° zwölf Moleküle verliert, wobei die Doppelbrechung gleich Null wird. Bei weiterem Wasserverlust wird diese stärker negativ. Bei der Einwirkung der feuchten Luft wird das ganze Wasser wieder aufgenommen und es kehrt der Zustand der optischen Einachsigkeit mit positiver Doppelbrechung wieder.

Vor dem Lötrohre unter Anschwellen zu weißem blasigen Glas schmelzbar, unter Gelbfärbung der Flamme.

V. Goldschmidt[6]) fand, daß beim Erhitzen der Faujasit im Kölbchen Wasser abgibt, aber klar bleibt.

---

[1]) V. Goldschmidt, N. JB. Min. etc. 1906, I, 20.
[2]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 369 (1895).
[3]) P. Groth, Tabl. systém. Genève 1904, 165.
[4]) F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 125, 101 (1895).
[5]) F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1887, II, 25.
[6]) V. Goldschmidt, Z. Kryst. 9, 573 (1884).

In Salzsäure zersetzbar, wobei nur geringe Gelatination eintritt.

G. Tschermak[1]) ist der Ansicht, daß Ca und Na verschiedenen Verbindungen entsprechen. Das Natriumsilicat hätte eine Kieselsäure $Si_4H_8O_{12}$ und das Calciumsilicat die Säure $Si_2H_4O_6$. Die Formeln wären:

$$Si_4H_8O_{12} . CaAl_2Si_2O_8H_4O_2 + 4\,aq,$$
$$Si_2H_4O_6 . Na_2Al_2Si_2O_8H_4O_2 + 4\,aq.$$

Es liegt nach dem Genannten die Möglichkeit vor, daß ein Doppelsalz

$$H_{20}CaAl_2Si_6O_{26} + H_{16}Na_2Al_2Si_4O_{20}$$

vorliegt. Die Berechnung stimmt nur teilweise, namentlich ist der gefundene Wassergehalt größer als der berechnete.

Anhang zur Zeolithgruppe.

Es folgen hier einige zweifelhafte Mineralien.

Dolianit.

Eine Analyse eines unbekannten Autors ist in A. Des Cloizeaux' Man. de Minér. 1862, 435 angeführt:

MgO	0,02
CaO	5,73
Al_2O_3	34,46
SiO_2	53,24
H_2O	4,04
	98,49

Von Knoch Station Ayrshire (Schottl.), aus schwarzem Trapp.

Optisch einachsig, negativ, weiß, perlmutterglänzend, nach einer Richtung spaltbar.

Ellagit.

CaO	8,72
FeO	5,92
Al_2O_3	25,20
SiO_2	47,73
H_2O	12,81
	100,38

Alandsinseln; anal. J. L. Igelström bei A. E. Nordenskjöld, Beskrifna Finnl. Miner. 1855, 118; auch Göttinger gelehrte Anz. 1857, 1593.

Bräunlich oder rötlichgelb, kristallin, nach zwei zueinander rechtwinkligen Richtungen spaltbar, wenig durchsichtig, perlmutterglänzend. Vor dem Lötrohre unter Wasserabgabe zu weißem Glas schmelzbar.

Hydrocastorit.

So benannt, weil das Mineral aus Castor (Petalit) hervorgegangen sein soll.

[1]) G. Tschermak, l. c. 127, 240 (1918).

Analysen.

	1.	2.
MgO	—	0,50
CaO	4,38	4,17
Al_2O_3	21,35	19,70
SiO_2	59,59	58,13
H_2O	14,66	15,96
	99,98	98,46

1. Aus den turmalinführenden Pegmatitgängen von S. Piero in Campo (Elba); anal. G. Grattarola, Boll. Com. geol. it. 1876, Nr. 8, 323; Z. Kryst. 1, 87 (1877).
2. Von ebenda; anal. F. Sansoni, Atti soc. tosc. sc. Pisa 4, 320 (1879).

Formel. F. Sansoni berechnet die Formel:

$$Ca_2Al_{10}Si_{26}O_{69} . 24 H_2O.$$

Der Hydrocastorit hat chemisch mit dem Petalit (Castor) nichts gemein, da er einen ungemein hohen Wassergehalt zeigt und kein Lithium hat, auch zeigt er einen niedrigeren Kieselsäuregehalt. Es ist daher unstatthaft, ihn bei Petalit einzureihen. Er verhält sich zu diesem vielleicht wie andere Zeolithe zu den Feldspaten. F. Sansoni[1]) stellt ihn auch zu den Zeolithen.

Eigenschaften. Dichte 2,16. Härte 2. Weiße mehlige Masse neben Beryll, Turmalin, Castor und Pollux. Er umhüllt Kerne von Castor. Doppelbrechend, Auslöschung parallel der Längsrichtung der Nädelchen, in welchen er sich zeigt. Weiß bis gelblich.

Pseudonatrolith.

Dieses Mineral wird von einigen zum Pilolith oder Mordenit, von anderen zum Desmin gerechnet.

Analyse.

Alkalien	1,00
MgO	Spur
CaO	8,54
Al_2O_3	14,76
SiO_2	62,64
H_2O	14,82
	101,76

Aus Granit von S. Piero in Campo (Elba); anal. G. Grattarola, Atti soc. tosc. sc. nat. Pisa 4, 229 (1879); Boll. com. geol. 1872, 284.

Eigenschaften. Glas- bis perlmutterglänzend, farblos, weiß. Härte 5—6. Vor dem Lötrohre schmelzbar, in Salzsäure unvollkommen zersetzbar.

Nach G. d'Achiardi[2]) ist er dem Pilolith äußerlich ähnlich. Die Analyse stimmt nach diesem Autor mit jener des kugeligen Stilbits von Fonte del Prete überein.

Glottalith.

Anscheinend regulär.

---

[1]) F. Sansoni, l. c. und Z. Kryst. 5, 605 (1882).
[2]) G. d'Achiardi, Atti soc. tosc. etc. 22, 159 (1906); Z. Kryst. 44, 66 (1907).

Analyse.

CaO	23,93
Al_2O_3	16,31
Fe_2O_3	0,50
SiO_2	37,01
H_2O	21,25
	99,00

Von Port Glasgow (Schottl.); anal. Thomson, Outliness of Miner. I, 328 (1836).

Vielleicht ein Gemenge (siehe darüber F. Heddle);[1] nach R. D. Greg u. W. G. Lettsom[2]) dem Phakolith nahestehend.

Eigenschaften. Weiß, glasglänzend. Dichte 2,101. Härte 3—4. Vor dem Lötrohre unter Anschwellen zu weißem Email schmelzbar. Im Kölbchen viel Wasser abgebend.

Pilinit.

Gehört wohl nicht zu den Zeolithen, da der Wassergehalt dafür zu klein ist.

Analyse.

Li_2O	1,18
Na_2O	Spur
K_2O	Spur
MgO	Spur
CaO	19,51
Al_2O_3	18,64
SiO_2	55,70
H_2O	4,97
	100,00

Li_2O aus der Differenz bestimmt.

Aus Höhlungen des Granits von Bettendorf bei Striegau (Schlesien); anal. A. v. Lasaulx, N. JB. Min. etc. 1876, 362.

A. v. Lasaulx berechnet folgende Formel:

$$Ca(Li)_2 . Al_2Si_5O_{15} aq \quad \text{oder} \quad 2CaO . Al_2O_3 . 5SiO_2 . H_2O .$$

Die Formel würde nach A. v. Lasaulx einem Analcim entsprechen, in welchem das Natron durch Kalk ersetzt ist.

Asbestartig. In feinen biegsamen seidenfadenähnlichen Nädelchen, doppelbrechend. Dichte 2,263. Parallele Auslöschung.

Ziemlich leicht unter starkem Schäumen schmelzbar; es bildet sich ein durchsichtiges, schwach gefärbtes Glas.

Im Glasrohr gibt es wenig Wasser; in Salzsäure auch beim Kochen nicht zersetzbar.

Erionit.

Rhombisches Mineral.

---

[1]) F. Heddle, Phil. Mag. 9, 181 (1855).
[2]) R. D. Greg u. W. G. Lettsom, Miner. 1858, 171.

Analysen.

	1.	2.
Na_2O	2,47	2,43
K_2O	3,51	3,69
MgO	0,66	—
CaO	3,50	4,40
Al_2O_3	16,08	16,01
SiO_2	57,16	56,52
H_2O	17,30	16,95
	100,68	100,00

1. Aus Rhyolithtuff von Durken, Oregon; anal. A. S. Eakle, Z. Kryst. **30**, 178 (1899).
2. Nach der Formel berechnete Zusammensetzung.

Formel. Aus der Analyse berechnet sich das Verhältnis:

$$Na_2O + K_2O + MgO + CaO : Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O = 1 : 1 : 6{,}03 : 6{,}07 .$$

Daher die Formel:

$$H_2(Ca, K_2, Na_2)Al_2Si_6O_{17} . 5H_2O ,$$

wobei vorausgesetzt wird, daß ein Molekül Wasser als Konstitutionswasser zu betrachten sei, was allerdings hypothetisch ist. Es wäre dies die Formel des Desmins, in welchem ein Teil des Ca durch Alkalien ersetzt ist.

Eigenschaften. In feinen wollähnlichen Faden. Schneeweiß. Dichte 1,997. Auslöschung parallel. Spitze Bissektrix parallel zu den Fäden. Mäßig starke Doppelbrechung.

Mit Opal im Rhyolithtuff vorkommend.

D'Achiardit (Mimetischer Zeolith).

Von **G. d'Achiardi** (Pisa).

	1.	2.	3.
Na_2O	2,06	2,06	2,14
K_2O	3,31	3,31	3,25
MgO	Spur	—	—
CaO	5,52	6,80 (CaO + SrO)	5,80 (CaO + SrO)
SrO	1,14		
Al_2O_3	11,15	11,35	11,75
SiO_2	61,41	62,01	62,53
H_2O	13,51	14,52	14,53
	98,10[1])	100,05[1])	100,00

1. u. 2. Aus der turmalinführenden Schicht der Speranza im Granit von S. Piero in Campo auf der Insel Elba.
3. Theoretische Zusammensetzung.[2])

Die theoretische Zusammensetzung entspricht der Formel:

$$(Na_2, K_2, Ca)_3Al_4[Si_2O_5]_9 . 14H_2O,$$

wenn man annimmt, daß von den Alkalien nur $Na_2 . K_2$ in den folgenden Verhältnissen vorhanden sind:

---

[1]) Es wurde spektroskopisch Lithium u. Cäsium nachgewiesen.

[2]) G. d'Achiardi, Pr. V. soc. tosc. sc. nat. **14**, 150 (1905). — Zeolithe der Schichten der Speranza bei S. Piero in Campo (Elba) Mem. toc. sosc. sc. nat. **22**, 150 (1906); Z. Kryst. **44**, 644 (1907).

$$K_2O : Na_2O = 1 : 1\,,$$
$$K_2O : CaO = 1 : 3\,,$$

da Li und Cs nur in Spuren vorkommen.

Im Lötrohre verknistert er, schwillt an und schmilzt zu weißem Email, das durch HCl angegriffen wird und pulverige Kieselsäure abscheidet.

$$\delta = 2{,}165\,.$$
$$\text{Härte} = 4\text{—}4{,}5\,.$$

Er kommt vor als achteckige, farblose oder weißliche Pseudoprismen von ziemlich hellem perlmutterartigen Glanze. Die dünnen, senkrecht zu den Seiten der Pseudoprismen stehenden Schnitte teilen sich in 8 Sektoren, wenn man sie im parallelen Licht mit gekreuzten Nicols betrachtet.

Man findet ihn zusammen mit anderen Zeolithen: Desmin, Heulandit, Petalit, Pollux usw.; wahrscheinlich stammt er von der Veränderung des Petalits, von welchem er die Zusammensetzung des Metasilicats behielt, sowie eben die meisten von den Feldspaten stammenden Zeolithe den Typus des Trisilicats aufrecht erhalten.

Flokit.

Von **C. Doelter** (Wien).

Gehört zu den Zeolithen.

Analyse.

	1.	2.
Na_2O	4,36	4,56
CaO	2,65	2,80
MgO	0,09	—
Al_2O_3	12,43	12,57
SiO_2	67,69	66,77
H_2O unter 110°	4,53	13,30
H_2O über 110°	8,82	
	100,57	100,00

1. Mandelausfüllung von Eskefjord (Island); anal. Karen Callisen, Medd. fra dansk geol. Fören; nach Ref. von A. Schwantke, Fortschr. d. Min. etc. **6**, 75 (1920).

Vor dem Lötrohr unter Aufblähen schmelzbar. Wird von Salzsäure nicht angegriffen.

Formel: $H_8(Ca, Na_2)Al_2Si_3O_{28} \cdot 2H_2O$.

Die unter 2 angegebenen Zahlen sind die nach dieser Formel berechneten, während die unter 1 angegebenen die Analysensummen sind.

Arduinit.

Von **C. Doelter** (Wien).

Radialfaserig, früher für Stilbit gehalten.

Analyse.

Na_2O	11,77
K_2O	1,54
CaO	6,57
Al_2O_3	14,57
Fe_2O_3, Mn_2O_3	2,43
SiO_2	49,40
H_2O	13,85
	100,13

Mittel aus zwei Analysen, aus dem Val dei Zuccanti, Venetien; anal. E. Billows, Analysen venetianischer Mineralien, Padua, 1912. Ref. Z. Kryst. **55**, 389 (1916).

Dichte 2,26. Von Säuren nur unvollkommen zersetzbar.

Formel: $H_{16}Na_4CaAl_2Si_8O_{20}$.

Spangit.

Über dieses Zeolithmineral liegt eine Analyse vor, sonst ist es jedoch nicht näher untersucht. Der Magnesiagehalt deutet auf unreines Material.

K_2O	6,33
MgO	3,70
CaO	4,85
Al_2O_3	19,50
SiO_2	49,00
H_2O	16,75
	100,13

Aus der Lava vom Capo di Bove bei Rom; anal. Postempski bei G. Mantovani; nach E. D. Dana, Miner. 1892, S. 591. — Nach F. Zambonini, Atti Acc. Torino **53**, 47 (1917), ist Spangit mit Phillipsit ident.

Serendibit.

Analyse:

Li_2O	0,51
K_2O	0,22
MgO	14,91
CaO	14,56
FeO	4,17
Al_2O_3	34,96
B_2O_3	4,17*)
SiO_2	25,33
Glühverlust	0,69
F	Nicht bestimmt
P_2O_5	0,48
	100,00

*) Die Borsäure aus der Differenz bestimmt.

Kontaktmineral zwischen Kalkstein und Granit von Gangapitiy bei Ambakote Ceylon); anal. G. T. Prior, Min. Mag. **13**, 224 (1903). Ref. Z. Kryst. **41**, 411 (1906).

Formel:

$$10\,(Fe, Ca, Mg)O\,.\,5\,Al_2O_3\,.\,B_2O_3\,.\,6\,SiO_3$$

oder

$$6\,(Mg, Ca, Fe)\,OSiO_3\,.\,4\,MgAl_2O_4\,.\,2\,AlBO_3.$$

Eigenschaften. Kommt in Körnern vor, Farbe tiefblau, indigoblau bis himmelblau, pleochroitisch, Brechungsquotient etwa 1,7. Doppelbrechung schwach.

Ohne Spaltbarkeit, Härte $6^3/_4$. Dichte 3,42.

Vor dem Lötrohr unschmelzbar. Von Säuren, selbst von Flußsäure, nur langsam angegriffen. Im Kölbchen Wasser mit zweifelhaften Spuren von Fluor. Beim Schmelzen mit Bisulfat und Fluorcalcium grüne Borfärbung der Flamme. Die Gegenwart von Bor wurde konstatiert durch Destillieren mit Methylalkohol. Leider wurde Bor nicht quantitativ bestimmt.

Vorkommen.[1]) In innigem Gemenge von Diopsid und Spinell. Die Kontaktzonen bestehen in der Nähe des Kalksteins aus farblosem Diopsid, in der Nähe des Granits aus einem Gemenge von Diopsid mit blauem Spinell, Apatit, Skapolith oder Plagioklas und Serendibit. Das Mineral findet sich in Steinbrüchen auf Mondstein.

Bityit.

Pseudohexagonal.

Analyse:

δ	3,05
Li_2O	2,73
Na_2O	0,40
K_2O	0,16
BeO	2,27
MgO	0,13
CaO	14,30
Al_2O_3	41,75
SiO_2	31,95
H_2O	6,50
	100,19

Von Maharitra (Madagaskar), aus Turmalin-Pegmatit; anal. F. Pisani bei A. Lacroix, Bull. Soc. min. **31**, 243 (1908).

Formel:

$$1{,}5\,(Li, Na, K_2)O\ 5{,}5\,(Ca, Be, Mg)O \,.\, 8\,Al_2O_3 \,.\, 10\,SiO_2 \,.\, 1{,}7\,H_2O$$

oder

$$7\,(R_2O \,.\, RO) \,.\, 4\,Al_2O_3 \,.\, 5\,SiO_2 .$$

Dabei wird das Wasser als basisches Wasser eingerechnet. Da das Verhältnis: $SiO_2 : Al + RO + R_2O_3 = 1 : 1{,}9$ ist, so ist es nahezu das eines Orthosilicats.

Eigenschaften. Spaltbarkeit parallel *p* (0001), Härte 5,5. Brechungsquotient zwischen 1,61 und 1,64. Gelblichweiß.

Vor dem Lötrohr leicht zu weißem Glas schmelzbar. Von Säuren nicht angreifbar.

Kommt mit kristallinem Quarz und rosa Turmalin auf diesen Mineralien aufsitzend vor.

Mischungen von Natriumaluminiumsilicaten mit Calciumaluminiumsilicaten.

Mischungen mit vorwiegend einem dieser Silicate mit geringen Mengen eines zweiten Silicats hatten wir öfters zu behandeln Gelegenheit. So in der Sodalithgruppe, dann bei den Zeolithen.

Indessen handelte es sich dabei doch nur um die Grundstoffe mit geringen Beimengungen. Es gibt aber einzelne der genannten Silicate, welche sich vollkommen oder wenigstens nahezu vollkommen mischen und die eine fortlaufende Reihe von Mischkristallen bilden. Zu diesen gehören vor allem die hier zu behandelnden Plagioklase und noch eine Reihe weniger wichtiger Mineralien.

[1]) G. T. Prior u. A. Coomára-Swámy, l. c. Min. Mag. **13**, 224 (1903).

Die Plagioklase.

Unter diesem Namen verstehen wir die isomorphen Mischungen von Natriumaluminiumfeldspat mit Calciumaluminiumfeldspat (Albit und Anorthit). Es muß aber bemerkt werden, daß auch noch eine dritte Komponente zumeist vorhanden ist, welche ja auch im Natriumfeldspat fast immer vorhanden ist, nämlich der Kalifeldspat. Diese Komponente ist aber nur in sehr kleinen Mengen vorhanden, so daß wir zumeist praktisch fast nur die zwei früher genannten Komponenten haben.

Wir haben also hier die isomorphen Mischungen von Natriumfeldspat mit Calciumfeldspat, die als selbständige Mineralien früher behandelt wurden, zu untersuchen.

Der Nachweis, daß es sich bei den Plagioklasen um eine fortlaufende Reihe von isomorphen Mischungen zweier Grundverbindungen handle, wurde von G. Tschermak geliefert. Früher hielt man die häufigeren Mischungen für selbständige Mineralien, so den Oligoklas, Andesin, Labradorit. Es zeigte sich im Verlaufe der Untersuchungen, daß in der fortlaufenden Mischungsreihe gewisse Mischungen in der Natur häufiger vorkommen, so daß also nicht alle Mischungen untereinander gleichwertig sind. Daher sind die früher erwähnten Bezeichnungen beibehalten worden, nur daß wir jetzt Oligoklas, Labrador usw. nicht als selbständige Mineralien, sondern nur als häufige singuläre Punkte der Mischungsreihe betrachten; da aber auch die übrigen seltener vorkommenden Mischungen mitbetrachtet werden müssen, so hat man die Ausdrücke: Oligoklas-, Andesin- und Labradorreihe usw. eingeführt. Um noch weiter zu präzisieren, spricht man auch für solche Plagioklase, welche dem Albit näher stehen als dem Oligoklas, von Albit-Oligoklas ebenso bezeichnet man die dem Oligoklas näher als dem Andesin stehenden Mischungen als Oligoklas-Andesine.

Über allgemeine Eigenschaften der Plagioklase, wie über den Zusammenhang der optischen Eigenschaften der Dichte mit der chemischen Zusammensetzung hat im Bd. II, S. 1, Fr. Becke berichtet.

Über die Schmelzpunkte habe ich selbst in Bd. I, bei Besprechung der isomorphen Mischungsreihen das Wichtigste mitgeteilt. Indessen sind seither noch einige neuere Arbeiten erschienen, auf welche zurückzukommen sein wird, was wohl am besten bei den einzelnen Reihen zu geschehen hat.

Über die kristallographischen Fundamentalwinkel der Plagioklase und ihre Beziehung zur Zusammensetzung siehe Ed. Schmidt.[1]) E. Wülfing wies nach, daß der Spaltwinkel der Plagioklase eine lineare Funktion der Zusammensetzung derselben ist.[2])

Anordnung.

Wie erwähnt, waren früher die Mineralien Oligoklas, Andesin und Labradorit als selbständige Mineralien angenommen worden. Durch die Arbeiten G. Tschermaks[3]) wurde festgestellt, daß es sich um isomorphe Mischungen von zwei Grundverbindungen handle. Er stellte daher die Mischungsreihen in folgender Abgrenzung auf:

---

1) Ed. Schmidt, Chemie der Erde 1, 354 (1915).
2) E. Wülfing, Sitzber. Heidelberger Ak. 1915 Abh. 13.
3) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **50**, 582 (1864); Pogg. Ann. **125**, 139 (1865).

Albitreihe	Ab	bis Ab_8An_1	mit	12—10%	Na_2O
Oligoklasreihe . . .	Ab_8An_1	„ Ab_3An_1	„	10—8	„
Andesinreihe . . .	Ab_3An_1	„ Ab_1An_1	„	6—10%	CaO
Labradorreihe . . .	Ab_1An_1	„ Ab_1An_3	„	10—13	„
Bytownitreihe . . .	Ab_1An_3	„ Ab_1An_6	„	13—17	„
Anorthitreihe . . .	Ab_1An_6	„ An	„	17—20	„

Ab = Albit; An = Anorthit.

Man kann zwischen Albit und dem Oligoklas den Oligoklas-Albit einschalten.

Die Zusammensetzungen der wichtigsten Mischungen werden gegenwärtig im Verhältnis zu den reinen Grundkomponenten folgendermaßen angegeben [1]):

	Na_2O	CaO	Al_2O_3	SiO_2	δ
Albit	11,8	0,0	19,4	68,8	2,624
Oligoklas, Ab_3An_1 .	8,7	5,2	23,9	62,2	2,659
Andesin, Ab_1An_1 . .	5,7	10,3	28,3	55,7	2,694
Labradorit, Ab_1An_3 .	2,8	15,3	32,5	49,4	2,728
Bytownit	—	—	—	—	—
Anorthit	0,0	20,1	36,6	43,3	2,758

Oligoklas.

Triklin. $a:b:c = 0{,}63206:1:0{,}55239$ (nach G. vom Rath [2]).
$\alpha = 93^0 4^1/_3{}'$, $\beta = 116^0 22^1/_2{}'$, $\gamma = 90^0 4^1/_2{}'$.

Oligoklasanalysen nach zunehmendem Kalkgehalt angeordnet.

Analysen bis 1% CaO (Oligoklas-Albite).

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	2,56	—	—	—	2,61
Na_2O . . .	8,90	4,71	8,13	12,70	10,94
K_2O	3,40	6,99	2,40	1,00	1,36
MgO . . .	0,30	2,14	0,39	0,80	0,81
CaO	1,80	0,77	0,48	0,40	0,58
Al_2O_3 . . .	22,10	18,04	19,74	20,20	21,21
Fe_2O_3 . . .	—	2,88	1,94	0,50	—
SiO_2 . . .	63,50	62,97	65,82	62,10	64,27
H_2O	—	1,50	1,10	1,40	1,08
	100,00	100,00	100,00	99,10	100,25

1. Vom Laacher See, aus Auswürfling; anal. F. Fouqué, nach C. Hintze, Min. II, 1481; das dort befindliche Zitat ist unrichtig.

2. u. 3. Beide von Helsingfors; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **22**, 337 bis 361 (1870). — 2. Am Observatoriumshügel, vom Gipfel, hellrot, etwas verändert. — 3. Ebenda, durchsetzt mit rotbraunen Punkten.

4. Von Le Puy (Auvergne), aus dem Basalt des Berges La Denise; anal. E. Jannetaz, Bull. Soc. min. **5**, 322 (1882).

5. Als Begleiter des Korunds von Unionville (Penns.); anal. J. Smith u. G. Brush, Am. Journ. **15**, 211 (1885) und **16**, 44. Vgl. auch Analyse Nr. 44.

---

[1]) Nach Fr. Becke-Tschermak, Miner. Wien 1915, 576.

[2]) G. vom Rath, Pogg. Ann. **138**, 408 (1869). Mit Korrektur von E. Dana, Syst. Min. 1892, 332.

Analysen mit 1—2% Kalk.

	6.	7.	8.	9.	10.
δ	2,61	2,55	—	—	—
Na_2O . . .	9,70	8,44	4,13	10,01	9,96
K_2O	0,65	6,37	2,59	0,21	1,14
MgO . . .	0,20	0,09	0,77	1,11	—
CaO	1,16	1,17	1,21	1,29	1,33
MnO . . .	—	—	—	—	0,38
Al_2O_3 . . .	21,87	22,40	24,04	20,33	20,44
Fe_2O_3 . . .	—	—	2,31	0,29	0,88
SiO_2	65,32	60,28*)	64,54	66,04	64,44
H_2O	1,00	1,61	0,84	0,95	1,46
	99,90	100,36	100,43	100,23	100,03

6. Von Norwegen, weiß, durchscheinend; anal. Dirvell bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **7**, 267 (1884).

7. Von Ditró, aus Ditroit; anal. A. Fellner, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 170.
*) Glühverlust.

8. Unfrisch aus Gneis, vom Geo na Shermaig, bei Cape Wrath (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 197 (1877); Min. Mag. **4**, 197 (1881); Z. Kryst. **2**, 651; **7**, 190.

9. Von Vestre Kjörrestad bei Bamle (Norw.); anal. Dirvell, wie Analyse Nr. 6.

10. Aus Porphyr von Canisp (Schottl.); anal. F. Heddle, wie Analyse Nr. 8.

	11.	12.	13.
δ	—	2,66	2,834
Na_2O . . .	5,26	9,76	7,64
K_2O	2,52		1,54
MgO . . .	0,59	0,20	0,02
CaO	1,65	1,56	1,89
Al_2O_3 . . .	23,15	22,49	22,18
Fe_2O_3 . . .	4,09	—	1,44
SiO_2	58,30	65,55	64,67
H_2O	4,44	0,70	0,15
	100,00	100,26	99,53

11. Blaßgelb, matt und bröckelig, von Helsingfors (Finnl.); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **22**, 337 (1870). Unrein und zersetzt!

12 Von St. Vincenz (Koralpengebiet) Kärnten; anal. Dirvell bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **6**, 107 (1883).

13. Milchweiß als Gangmasse zwischen Gneis und Serpentin, am Barra Hill bei Old Meldrum; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **3**, 644 (1878).

	14.	15.	16.
δ	—	2,626	2,59
Na_2O	8,59	9,38	8,27
K_2O	1,69	0,94	2,61
MgO	—	0,40	0,45
CaO	1,93	1,96	1,98
Al_2O_3	21,27	22,76	22,61
Fe_2O_3	—	—	—
SiO_2	65,86	64,88	64,58
H_2O	0,47*)	0,44*)	0,75*)
	99,81	100,76	101,25

14. Aus dem Steinbruch nördlich von Heidelberg; anal. Hazard, Geol. Karte Sektion Olbernhau 1889, 5. *) Glühverlust.
15. Weiß, blätterig von Koromandel (?) Indien; anal. Dirvell bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **7**, 265 (1884). *) Glühverlust.
16. Als Umhüllung großer Korunde, von Miasc; anal. wie oben. *) Glühverlust.

Oligoklase mit 2—3% CaO.

	17.	18.	19.	20.	21.
δ . . .	—	—	—	2,586	—
Na_2O . .	8,13	10,41	9,99	7,84	9,96 (Na₂O + K₂O)
K_2O . . .	1,34	0,13	0,50	4,54	
MgO . .	0,65	—	—	0,41	0,58
CaO . . .	2,07	2,07	2,15	2,18	2,28
Al_2O_3 . .	22,14	21,43	21,90	22,49	24,09
Fe_2O_3 . .	2,51	0,18	—	—	3,01
SiO_2 . . .	63,16	65,73	64,26	62,54	61,26
H_2O . . .	—	0,40	0,29	—	—
	100,00	100,35	99,09	100,00	101,18

17. Körner im Trachyt von Röttchen (Rheinpreußen); anal. Bothe bei G. vom Rath, Trachyte Siebengeb. Bonn 1861, 14.
18. Aus Gängen im Serpentin von Zöblitz (Sachsen); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 536 (1875).
19. Von Haddam (Connect.); anal. J. Smith u. G. J. Brush, Am. Journ. **15**, 211 (1853); **16**, 44.
20. Aus glasiger dunkelgrüner Lava, Pico de Teneriffa; anal. A. Delesse, C. R. **19**, 46 (1844).
21. Aus grünem Porphyr vom Mühlberg bei Schwärtz, bei Halle; anal. A. Laspeyres, Z. Dtsch. geol. Ges. **16**, 391 (1864).

	22.	23.	24.	25.	26.
δ	—	2,632	—	—	—
Na_2O . . .	10,78	6,84	7,18	9,65	8,96
K_2O	1,19	3,65	0,97	0,70	0,75
MgO . . .	—	0,95	—	—	—
CaO	2,29	2,32	2,38	2,42	2,44
FeO	—	—	2,50	—	0,84
Al_2O_3 . . .	22,40	21,81	25,11	23,00	21,74
Fe_2O_3 . . .	—	0,66	—	—	—
SiO_2	62,52	63,58	61,80	65,30	65,03
H_2O	—	—	1,60*)	0,20*)	—
	99,18	99,81	101,54	101,27	99,76

22. Von Pottinengo bei Turin, korundführend; anal. Rocholl bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie 1875, 575.
23. Aus Basalt des Hartenbergs (Siebengeb.); anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **144**, 296 (1871).
24. Hellgrüne Kristalle mit Quarz durchwachsen, voe Vestre Kjörrestad bei Bamle (Norw.); anal. Dirvell bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **7**, 293 (1884). *) Glühverlust.
25. Fleischrot von Telemarken (Norw.); anal. F. Pisani, Bull. Soc. min. **8**, 6 (1885). *) Glühverlust.
26. Von Colton (New York); anal. A. Damour bei A. Des Cloizeaux, wie oben Analyse Nr. 24.

	27.	28.	29.	30.	31.	32.	33.
δ . . .	2,636	—	2,62	—	2,62	—	—
Na_2O . .	9,89	9,01	8,12	8,02	10,17	10,13	9,00
K_2O . . .	Spur	1,38	1,93	1,86	0,37	1,00	0,77
MgO . .	Spur	1,24	0,27	—	—	—	0,60
CaO . .	2,50	2,47	2,50	2,60	2,67	2,65	2,72
FeO . .	—	3,75	—	—	—	—	—
Al_2O_3 . .	22,92	19,24	22,95	24,05	22,25	22,14	23,50
Fe_2O_3 . .	—	1,10	—	—	—	Spur	—
SiO_2 . .	65,63	60,37	63,22	63,53	64,75	63,51	64,00
H_2O . .	—	1,44	1,36	0,90*)	—	0,62	0,16*)
	100,94	100,00	100,35	100,96	100,21	100,05	100,75

27. Gelbliche blätterige Massen von Mörefjaer, Umgegend von Arendal; anal. A. Damour bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **7**, 358 (1884).

28. Aus Feldspatdiabas vom Tringenstein (Nassau); anal. R. Senfter, Inaug.-Diss. Zürich 1872, 33. (Vgl. Analyse von R. Brauns Nr. 45.)

29. Aus Granit vom Forstgärtchen bei Badenweiler (Schwarzwald); anal. A. Wollemann, Inaug.-Diss. Würzburg; Z. Kryst. **14**, 624 (1888).

30. Von Arendal; anal. Dirvell bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **7**, 255 (1884). *) Glühverlust.

31. Von Soboth bei Eibiswald (Steiermark); anal. A. Smita, bei E. Ludwig, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1877, 265.

32. Von Koromandel (Indien), wasserhell; anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **7**, 365 (1884).

33. Von Ditró (Siebenbürgen) aus Pegmatitgeröllen; anal. B. Mauritz, Foldt. Közl. **40**, 581 (1910); Z. Kryst. **53**, 68 (1914). *) Glühverlust.

	34.	35.	36.	37.	38.
δ	—	—	2,623	2,63	—
Na_2O . . .	9,28	10,84	8,47	8,60	9,04
K_2O	—	0,38	0,81	1,80	1,11
MgO . . .	—	0,03	—	0,20	—
CaO	2,80	2,60	2,81	2,81	2,84
Al_2O_3 . . .	24,20	23,00	23,57	22,50	23,56
Fe_2O_3 . . .	0,14	0,30	—	—	—
SiO_2	64,12	63,00	64,23	64,10	64,75
H_2O	—	—	—	0,70	—
	100,54	100,15	99,89[1])	100,71	101,30

34. Von der Culsagee Mine, Macon Co. (N. Carolina); anal. J. L. Smith bei F. A. Genth, Miner. N. Carolinas 1891, 55.

35. Aus dem Pegmatit von Ytterby (Schweden); anal. Ivar Nordenskjöld, Bull. of the geol. Inst. Upsala **9**, 183 (1910); Z. Kryst. **53**, 407 (1914). (Vgl. auch Analysen Nr. 48—51.)

36. Von Ytterby (Schweden); anal. A. Damour bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **7**, 277 (1884).

37. Von Mörefjaer, Umgebung von Arendal; anal. A. Damour bei A. Des Cloizeaux, wie oben.

38. Oligoklas-Albit von Wilmington (Delaware); anal. F. Teclu, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1877, 55.

---

[1]) Summe im Original falsch.

	39.	40.	41.
δ	—	2,601	—
Na_2O	7,75	7,42	7,89
K_2O	3,32	2,66	2,00
MgO	—	—	0,31
CaO	2,85	2,88	2,97
Al_2O_3	21,74	23,38	21,03
Fe_2O_3	—	—	1,63
SiO_2	65,55	62,36	61,53
H_2O	0,36	0,13	1,12
	101,57	98,83	98,48

39. Aus Glimmerdiorit vom Christiansberg (Böhmerwald); anal. G. Starkl, J. k. k. geol. R.A. 1883, 635.

40. Aus Auswürflingen des Monte Somma, wasserhell; anal. G. vom Rath, Verh. niederrh. Ges. Bonn 1869, 108; Pogg. Ann. **138**, 464 (1869). Angeblich schwerer als Anorthit schmelzbar.

41. Hellrot vom Observatoriumshügel bei Helsingfors; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **22**, 337 (1870).

Analysen mit 3—4 % CaO.

	42.	43.	44.	45.	46.	47.
δ	—	—	—	—	—	2,594–2,603
Na_2O	7,20	6,89	7,22	8,10	9,72	7,90
K_2O	2,12	3,60	3,78	0,99	0,55	2,11
MgO	—	—	0,34	1,06	—	—
CaO	3,00	3,05	3,08	3,02	3,09	3,12
MnO	0,69	—	—	—	—	—
Al_2O_3	21,76	22,67	24,16	22,59	22,56	22,30
Fe_2O_3	1,77	0,41	0,61	1,32	—	—
SiO_2	63,23	63,76	59,35	63,13	63,76	64,27
H_2O	0,33	0,40	1,96	—	0,26	—
	100,10	100,78	100,50	100,21	99,94	99,70

42. Aus dem Domit der nordöstlichen Seite des Puy de Dôme (Auvergne); anal. B. Kosmann, Z. Dtsch. geol. Ges. **16**, 664 (1864).

43. Von Pierrepont, St. Lawrence Co.; anal. S. L. Penfield u. E. S. Sperry, Am. Journ. **34**, 390 (1884).

44. Gelblichweiß mit Korund zusammen von Unionville (Pennsylv.); anal. T. M. Chatard bei F. A. Genth, Am. Phil. Soc. **13**, 197 (1873).

45. Aus Gangdiabas von Steinperf (Lahngebiet); anal. de Wyl bei R. Brauns, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **28**, 400 (1909).

46. Mit Kalifeldspat und Danburit von Danbury (Connect.); anal. J. L. Smith u. G. J. Brush, Am. Journ. **15**, 211 (1858); **16**, 44 (1859).

47. Aus Sphärolithlava des Vulkans Antisana (Ecuador), weiße Kristalle; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **155**, 56 (1875); Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 300 (1875); N. JB. Min. etc. 1875, 397; 1876, 710.

	48.	49.	50.	51.
Na_2O	8,89	9,67	7,91	8,18
K_2O	0,82	0,38	1,59	0,58
MgO	—	0,80	0,05	0,18
CaO	3,15	3,18	3,53	3,81
Al_2O_3	22,99	23,80	23,45	23,21
Fe_2O_3	—	—	—	0,10
SiO_2	64,81	61,55	63,66	62,81
Glühverlust	—	—	—	0,81
	100,66	99,38	100,19	99,68

48—51. Sämtliche aus dem Pegmatit von Ytterby (Schweden); anal. Ivar Nordenskjöld, Bull. of the geol. Inst. Upsala **9**, 183 (1910); Z. Kryst. **53**, 407 (1914). Die unrichtigen Summen nach dem Referat in Z. Kryst. von O. B. Böggild richtiggestellt.

	52.	53.	54.	55.	56.
δ	2,617	—	—	2,642	—
Na_2O	8,98	6,76	8,86	8,98	8,07
K_2O	0,81	3,92	1,02	0,62	—
MgO	—	Spur	0,06	—	0,70
CaO	3,39	3,39	3,42	3,49	3,50
Al_2O_3	22,75	23,05	22,58	23,08	24,40
SiO_2	64,34	63,02	63,83	64,58	62,00
H_2O	0,80	0,26	0,38	—	1,00
	101,07	100,40*)	100,15	100,75	99,67

52. Weiß von Buö (Norwegen); anal. Dirvell bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **7**, 255 (1884).

53. Aus Andesit, N. W. Parkdale (Colorado); anal. W. I. Hillebrand bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. 419, 259. *) Spur von Strontium, kein Lithium.

54. Aus Granit von Schaitanska (Ural), wasserhell; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **147**, 275 (1872).

55. Aus großkörnigem Gemenge mit Turmalin und Quarz, Veltlin; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **144**, 240 (1871).

56. Aus der Smirgelgrube bei Chester (Massachussets), körnig; anal. Ch. T. Jackson, Am. Journ. **42**, 107 (1866).

	57.	58.	59.	60.	61.
δ	2,724–2,726	2,64	2,665	—	—
Na_2O	5,94	7,30	4,14	7,23	9,10
K_2O	4,33	0,90	4,68	4,73	0,55
MgO	0,78	1,53	1,18	0,88	—
CaO	3,53	3,56	3,60	3,63	3,62
Al_2O_3	21,16	23,60	17,95	21,05	22,98
Fe_2O_3	2,54	—	0,72	1,81	—
SiO_2	62,01	63,20	66,89	59,53	63,38
TiO_2	—	—	0,11	—	—
H_2O	—	1,20	0,33	1,88	0,37
	100,29	101,29	99,60	100,74	100,00

57. Aus dem Granit vom Albula (Graubünden); anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **9**, 226 (1857). Hoher Kaligehalt!

58. Vom Mineral Hill (Delaware Co., Penns.); anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **7**, 273, (1884).

59. Aus Dioritgneis von Gailbach (Bayern); anal. Erw. Goller, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **6**, 485 (1889). Hoher Kaligehalt!

60. Weiß mit Haughtonit und fleischrotem Kalifeldspat von Buxburn (Aberdeensh.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 197 (1877); Min. Mag. **4**, 197 (1881); Z. Kryst. **2**, 651 (1878). Hoher Kaligehalt!

61. Von Ytterby, aus Granit; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **30**, 569 (1887). Hoher Kaligehalt! Siehe auch die Analysen Nr. 36, Nr. 48—51 von Iv. Nordenskjöld.

	62.	63.	64.	65.	66.	67.
δ	—	—	2,640	—	2,64	2,631–2,659
Na_2O	5,93	8,39	9,45	8,50	7,65	7,95
K_2O	3,54	2,29	0,32	0,54	0,95	1,80
MgO	0,79	0,44	—	—	—	—
CaO	3,65	3,85	3,74	3,90	3,94	3,96
FeO	—	—	—	—	1,66	—
Al_2O_3	20,10	22,52	23,06	23,05	24,22	22,60
Fe_2O_3	2,90	—	—	—	—	0,75
SiO_2	61,10	63,63	63,37	64,32	60,94	62,05
H_2O	0,40	—	0,03	—	0,79	0,80
	98,41	101,12	99,97	100,31	100,15	99,91

62. Aus dem Trachyt des Yamaskagebirges (Canada); anal. T. Sterry Hunt, Am. Journ. **38**, 180 (1864). Siehe auch die Analyse von demselben Fundort mit höherem Kalkgehalt desselben Analytikers Nr. 105.

63. Aus dem Gneis von Gaggenau (Baden); anal. Seneca, Beschreib. Badens 1861, 62.

64. Vom Dorfe Kulachtinsky-Otrjad (S. Ural) aus Chloritglimmerschiefer; anal. W. Arschinow, Lithogaea, Moskau 1911; N. JB. Min. etc. 1912, I, 395.

65. Aus Mexico; anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 425 (1894).

66. Aus Dioritgneis vom Kyffhäuser (Harz); anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1867, 537. Siehe auch die Analyse desselben Analytikers aus dem Diorit von demselben Fundort Nr. 100.

67. Aus Diorit von Monnoir (Canada); anal. T. Sterry Hunt, wie oben.

Oligoklase mit 4—5% CaO.

	68.	69.	70.
δ	2,651	—	—
Li_2O	Spur	Spur	—
Na_2O	6,18	6,15	4,74
K_2O	0,96	1,60	5,72
MgO	—	0,30	0,61
FeO	—	0,32	—
CaO	4,03	4,00	4,12
SrO	—	0,13	—
Al_2O_3	25,32	21,51	19,91
Fe_2O_3	Spur	—	2,28
SiO_2	62,92	62,96	61,65
H_2O	0,25	2,78	0,95
	99,66[1])	99,75	99,98

68. Durchsichtiger Oligoklas von Bakersville (Nord-Carolina); anal. F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **419**, 259.

69. Aus Porphyr, Sugar Loaf, nordwestlich von Elk Mountain (Summit Co., Colorado); anal. W. F. Hillebrand, wie oben bei F. W. Clarke. Der Feldspat wird als sehr zersetzt bezeichnet.

70. Aus Olivin-Diabas (Wisconsin); anal. T. M. Chatard bei Ch. R. van Hise, nach F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **419**, 260.

[1]) Spur von MnO,

	71.	72.	73.	74.
δ	2,626	2,651	2,636	2,656
Na_2O	8,16	9,01	6,95	5,60
K_2O	1,05	—	1,63	1,17
MgO	0,43	—	0,09	0,25
CaO	4,11	4,12	4,13	4,15
Al_2O_3	22,54	22,34	21,70	26,35
Mn_2O_3	—	—	0,20	—
Fe_2O_3	1,06	—	3,37	0,40
SiO_2	62,70	64,30	61,85	60,63
H_2O	—	—	0,37	—
	100,05	99,77	100,29	98,55

71. Aus Auswürflingen des Laacher Sees, wasserhell, glasig; anal. Th. Wolf, Z. Dtsch. geol. Ges. **19**, 460 (1867).
72. Aus grobkörnigem Granitgeschiebe von Flensburg (Schleswig); anal. E. Wolff, Journ. prakt. Chem. **3**, 233 (1845).
73. Weiß, durchsichtig, aus Schriftgranit, Hafen von Rispond Sutherland (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 651 (1878); Min. Mag. **4**, 197 (1881).
74. Im Glimmerschiefer der Smaragdgruben von der Takowaja (Ural); anal. Jewreinow, Bg.- u. hütt. Z. **7**, 196 (1853).

	75.	76.	77.	78.	79.
δ	2,601	2,686	—	2,622	2,65
Na_2O	8,93	—	9,42	9,20	8,14
K_2O	0,62 }	10,60 (K₂O + MgO)	2,55	0,43	0,88
MgO	— }		0,62	—	0,30
CaO	4,16	4,17	4,19	4,71	4,20
Al_2O_3	23,27	18,49	17,59	23,20	24,77
SiO_2	63,06	65,74	65,47	62,00	61,84
H_2O	—	1,00	—	—	0,50
	100,04	100,00	99,84	99,54	100,63

75. Aus der Lava von Niedermendig (Rheinpreußen); anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **144**, 235 (1871).
76. Aus Porphyr von Schirmeck (Vogesen); anal. A. Delesse, Ann. mines **16**, 362 (1894); **19**, 49 (1851). Wenig Tonerde!
77. Aus Granat-Pyroxenfels von Böhmisch-Natzschung; anal. Seeler bei J. Hazard, Erläut. geol. Spezialkarte Sachsens, Sekt. Kühnhaide-Sebastiansberg 1887, 13.
78. Von Cragie-Buckler bei Aberdeen (Schottl.); anal. F. Heddle, wie Analyse Nr. 73.
79. Von Moland (Norw.); anal. Dirvell bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **7**, 255 (1884).

	80.	81.	82.	83.	84.
δ	2,618	2,63	—	2,657	—
Na_2O	8,53	7,66	9,64	8,48	8,62
K_2O	0,84	1,17	—	2,09	0,56
MgO	0,08	0,50	—	—	—
CaO	4,25	4,39	4,45	4,45	4,47
Al_2O_3	22,92	25,10	23,68	22,23	23,52
Fe_2O_3	0,16	—	—	—	0,08
SiO_2	62,81	61,14	61,91	62,90	62,60
H_2O	0,29	0,80	0,32	—	0,10*)
	99,88	100,76	100,00	100,15	99,95

80. Große Kristalle in Quarz, gelblichweiß, von Lairg in Sutherland (Schottl.); anal. F. Heddle, wie Analysen Nr. 73.

81. Von Arendal (?); anal. Dirvell bei A. Des Cloizeaux, wie Analyse Nr. 79.

82. Von Vestre-Kjörrestad bei Bamle (Norw.) aus apatitführendem Gang; anal. G. vom Rath, N. JB. Min. etc. 1876, 707.

83. Aus Kinzigit von Wittichen (Schwarzwald); anal. C. Hebenstreit, Z. Kryst. **2**, 103 (1878).

84. Von der Hawkglimmermine, östl. von Bakersville (N. Carolina); anal. E. S. Sperry bei L. S. Penfield, Am. Journ. **36**, 317 (1888). Vgl. auch die Analyse von demselben Fundort Nr. 68. *) Glühverlust.

	85.	86.	87.	88.
δ	2,672	2,677	2,679	—
Na_2O	7,98	7,65	6,39	6,48
K_2O	1,06	1,35	1,55	2,38
MgO	1,14	0,12	—	0,21
CaO	2,57	4,69	4,65	4,65
MnO	—	—	—	0,32
Al_2O_3	22,24	25,38	21,86	22,96
Fe_2O_3	0,54	—	4,21	1,94
SiO_2	64,23	58,89	60,31	59,28
H_2O	—	1,17	0,70	—
	99,76	99,25	99,67	98,22

85. Aus grobkörnigem Diorit von Schaitanska (Ural); anal. Koenig, Z. Dtsch. geol. Ges. **20**, 372 (1868).

86. Aus variolithischem Granit vom Altai, weiß, als Andesin bezeichnet; anal. K. v. Chroustchoff, C. R. **112**, 1070 (1891).

87. Aus Granit des Meineckenberges (Harz); anal. C. W. C. Fuchs, N. JB. Min. etc. 1862, 788.

88. Aus Granit des Donegal von Ardara (Irland); anal. S. Haughton, Quart. J. geol. Soc. **18**, 403 (1862).

	89.	90.	91.	92.	93.
δ	2,663	2,631	2,656	—	—
Na_2O	5,63	6,95	8,50	7,53	10,77
K_2O	2,78	2,50	1,29	1,19	—
CaO	4,79	4,79	4,78	4,82	4,86
FeO	—	—	0,36	—	—
Al_2O_3	25,75	24,18	23,77	25,28	21,34
Fe_2O_3	—	—	—	—	1,00
SiO_2	59,30	61,88	61,30	59,20	62,03
H_2O	1,29	—	—	1,63*)	—
	99,54	100,30	100,00	99,65	100,00

89. Aus Dioritschiefer von Dürrsmorbach; anal. K. Haushofer, Z. Kryst. **3**, 602 (1879).

90. Aus obsidianähnlichem Andesit von Conejos am Rio Grande del Norte (Colorado); anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 328 (1875).

91. Von Tvedestrand, sog. Sonnenstein; anal. Th. Scheerer, Pogg. Ann. **64**, 153 (1854).

92. Aus variolithischem Granit vom Altai, Tschermakit von K. v. Chroustchoff genannt; anal. Scheskukoff bei K. v. Chroustchoff, Holokrist. makrovar. Gest., St. Petersburg 1894, 23. Vgl. Nr. 86. *) Glühverlust.

93. Aus Pargas (Finnl.); anal. J. Chr. Moberg bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie 1875, 574.

	94.	95.	96.	97.	98.
δ	—	—	—	2,637	—
Na_2O	9,01	7,80	6,19	8,12	8,47
K_2O	—	0,80	1,32	0,98	1,00
MgO	—	—	0,37	—	—
CaO	4,81	4,90	4,97	4,93	4,99
Al_2O_3	23,52	24,80	23,52	24,80	24,15
Fe_2O_3	—	0,25	1,28	—	Spur
SiO_2	63,19	62,25	62,53	61,88	61,27
H_2O	—	0,20	0,60	—	0,42
	100,53	101,00	100,78	100,71	100,30

94. Von Ytterby (Schweden); anal. E. Jannetaz bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **7**, 277 (1884).

95. Sonnenstein von Frederiksvärn (Norw.); anal. F. Pisani, Bull. Soc. min. **8**, 6 (1885).

96. Aus Steinbruch von Aberdeen (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 197 (1877); Min. Mag. **4**, 197 (1881); Z. Kryst. **2**, 651 (1884); **7**, 190 (1884).

97. Aus Granit von Rhiconich, Sutherland (Schottl.); anal. F. Heddle, wie oben.

98. Einschluß im Basalt von Medves (Neograd, Ungarn); anal. B. Mauritz, Földt. Közl. **40**, 581 (1910); Z. Kryst. **53**, 71 (1914). Der Verfasser berechnet aus der Analyse in Molekularprozenten: An: 71,1; Ab: 23,2; Or: 5,7.

Analysen mit 5—6 % CaO.

	98a.	99.	100.	101.	102.
δ	—	—	2,69	2,63	2,655
Na_2O	8,42	4,32	7,08	5,61	7,82
K_2O	0,56	0,63	1,37	1,75	—
MgO	—	0,04	0,68	0,36	—
CaO	5,05	5,08	5,15	5,17	5,28
Al_2O_3	24,15	18,36	21,66	23,28	23,61
Fe_2O_3	1,10	0,58	1,54	1,18	—
SiO_2	62,58	70,37	60,01	59,66	63,05
H_2O	—	0,45	2,59	1,02	0,24*)
Rückstand	—	—	—	0,82	—
	101,86	99,83	100,08	99,85	100,00

98a. Von Tvedestrand, Sonnenstein; anal. H. Tertsch, Tsch. min. Mit. **22**, 169 (1903).

99. Aus Gabbro von Brandymine Creek, Wilmington (Delaware); anal. R. B. Riggs bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **419**, 259. Ungewöhnlich hoher SiO_2-Gehalt, wahrscheinlich unrein.

100. Aus Diorit des Kyffhäusers (Harz); anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1867, 537.

101. Von Sala (Schweden); anal. A. N. Svanberg, Öfv. of Ak. Förh. Stockholm **3**, 111 (1846).

102. Aus dem Andesit des St. Anna Sees (Siebenbürgen); anal. G. vom Rath, Corr.-Bl. naturh. Ver., Bonn 1875, 35. *) Glühverlust.

	103.	104.	105.	106.	107.
δ	2,576	2,55	2,563	—	2,674
Na_2O	8,97	6,99	5,51	6,73	7,65
K_2O	—	1,09	3,08	2,74	1,15
MgO	—	0,16	1,84	0,91	—
CaO	5,33	5,35	5,40	5,42	5,50
Al_2O_3	23,52	23,95	21,10	24,72	23,53
Fe_2O_3	—	—	2,88	—	—
SiO_2	62,18	61,68	58,60	58,30	62,84
H_2O	—	1,05	0,80	0,50	—
	100,00	100,27	99,21	99,32	100,67

103. Aus dem Trachyt der Perlenhardt (Siebengeb.); anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **155**, 65 (1875); Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 331 (1875); N. JB. Min. etc. 1875, 397.
104. Aus dem Nephelinsyenit (Ditroit) von Ditró (Siebenbürgen); anal. A. Fellner, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 170 u. 286. Siehe auch die Analyse desselben Analytikers von demselben Fundort. Nr. 7.
105. Aus dem Trachyt des Yamaskagebirges (Canada); anal. T. Sterry Hunt, Am. Journ. **38**, 180 u. 197 (1864). Siehe auch die Analyse desselben Analytikers von demselben Fundort.
106. Aus Diorit von Beloeil (Canada); anal. wie oben.
107. Aus hornblendeführendem Melaphyr vom Monte Mulatto bei Predazzo, angeblich Andesin; anal. Th. Petersen, Z. Kryst. **9**, 394 (1884).

	108.	109.	110.	111.
δ	2,690	2,654	—	2,667
Na_2O	6,93	8,44	7,78	7,78
K_2O	0,93	0,73	0,29	0,20
MgO	1,87	—	0,27	—
CaO	5,53	5,56	5,60	5,83
MnO	0,60	—	—	—
Al_2O_3	22,49	24,39	17,44	23,37
Fe_2O_3	0,75	0,18	—	Spur
SiO_2	58,92	60,34	67,15	62,91
FeO_2	—	—	—	Spur
H_2O	1,64	0,33	1,44*)	0,42
	99,66	99,97	99,97	100,51

108. Aus porfido rosso antico, wahrscheinlich vom Dschebel Duchan an der Westküste des Roten Meeres (vgl. J. Roth, Chem. Geol. **2**, 156 (1883); anal. A. Delesse, Ann. chim. phys. **30**, 81 (1850); Bull. soc. géol. **7**, 528.
109. Vom Berge Uvelka bei Orenburg (Rußl.); anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **147**, 377 (1872).
110. Fleischrot von Helle bei Arendal; anal. Dirvell bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **7**, 255 (1884). Auffallend niedriger Tonerdegehalt. *) Glühverlust.
111. Aus Amphibolit von Palmer Custer (Massachusets); anal. W. F. Hillebrand bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 160 (1910).

	112.	113.	114.	115.	116.
δ	2,661	—	—	—	—
Na_2O	5,58	5,85	7,04	6,78	6,46
K_2O	1,72	0,96	1,66	2,58	1,76
MgO	—	0,27	0,08	—	0,04
CaO	5,61	5,61	5,62	5,80	5,96
Al_2O_3	29,08	23,07	23,60	23,90	24,40
Fe_2O_3	—	—	—	—	0,40
SiO_2	58,01	64,40	62,40	61,12	60,56
	100,00	100,16	100,40	100,18	99,58

112. Von Terremoto, aus der Andesitlava des Vulkans Tunguragua (Ecuador); anal. J. Siemiradzki, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **4**, 209 (1886).
113. Aus dem Diorit von Furth (Bayern); anal. W. C. Gümbel, Geogn. Beschr. Bayerns **2**, 344 (1868).
114. Aus Donegalgranit von Knader (Irland); anal. S. Haughton, Quart. Journ. geol. Soc. **18**, 403 (1862). Vgl. Nr. 88.

115. Aus Diorit von Rosetown (N. Jersey); anal. J. F. Kemp, Am. Journ. **36**, 247 (1888).
116. Aus Donegalgranit von Garvary Wood; anal. S. Haughton, wie oben. Analyse Nr. 114.

Oligoklase mit 6—7 % CaO.

	117.	118.	119.	120.	121.	122.
δ	2,67	2,887	—	2,64	2,677	2,629
Na_2O	7,95	4,66	5,29	8,40	6,26	6,60
K_2O	2,85	2,41	0,66	0,50	0,16	0,80
MgO	0,50	2,19	0,66	—	—	1,00
CaO	6,80	6,82	6,96	7,00	7,85	7,90
Al_2O_3	23,47	14,25	21,87	22,80	24,97	23,20
Fe_2O_3	—	9,81	1,49	—	Spur	0,40
SiO_2	58,20	59,90	62,07	62,40	60,90	59,70
FeO_2	—	—	—	—	Spur	—
H_2O	—	—	1,00	—	0,48	—
	99,77	100,04	100,00	101,10	100,62	99,60

117. Aus Gneis von Wolfach (Kinzigtal, Schwarzwald); anal. Moser, Ann. Chem. u. Pharm. **85**, 97 (1852).
118. Aus grünem Schiefer am Wege zwischen Molins und Marmels (Graubünden); anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **9**, 250 (1857). Der Tonerdegehalt auffallend niedrig, auch das spezifische Gewicht scheint auffallend hoch, wahrscheinlich wegen des Eisengehaltes. Wahrscheinlich unreines Material.
119. Aus Monzonit des Canzoccoli; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 188 (1874).
120. Aus Pegmatitgang von Alagnon, Vallée de Blesle (Haute Loire); anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 368 (1894).
121. Aus Amphibolit von Palmer Custer (Massachusets); anal. W. F. Hillebrand bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **419**, 160 (1910). Ist wohl Oligoklas-Andesin.
122. Aus Lava von Santorin, Andesin-Oligoklas; anal. F. Fouqué, Santorin etc.; N. JB. Min. etc. 1876, 66.

Analysen mit über 7 % CaO.

	123.	124.	125.	126.	127.
δ	—	—	—	2,647	—
Na_2O	5,30 (})	8,14	6,67	7,74	5,44
K_2O		—	1,92	0,89	2,08
MgO	1,50	—	—	—	—
CaO	6,00	6,08	6,37	6,43	6,46
Al_2O_3	23,80	25,30	26,78	26,55	23,98
Fe_2O_3	1,10	—	—	—	0,90
SiO_2	60,00	61,58	54,72	58,53	60,99
H_2O	2,30	—	4,04	—	—
	100,00	101,10	100,50	100,14	99,85

123. Aus Gabbro von Lavaldens (Isère, Frankreich); anal. Lory, Bull. soc. géol. **7**, 542 (1849/50). Fälschlich als Andesin bezeichnet.
124. Lose Kristalle aus dem Tuff vom linken Ufer des Alausi (Ecuador); anal. J. Siemiradzki, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **4**, 209 (1886).

125. Aus Diorit zwischen Glashütte und Junkerwald (Schwarzwald); anal. Seidel nach A. Kenngott, Übers. Miner. Forsch. 1862—1865, 191. Wahrscheinlich stark zersetzt.

126. Aus Auswürflingen des Monte Somma; anal. G. vom Rath, N. JB. Min. etc. 1876, 710.

127. Vom Valverde, Insel Hierro (Canaren), aus vulkanischer Asche, lose Kristalle; anal. Schnorf bei K. v. Fritsch, nach A. Kenngott, Übers. miner. Forsch. 1862—1865, 191.

Analysen mit über 8% CaO (Andesin-Oligoklas).

	128.	129.
Na_2O . . .	6,19	5,25
K_2O . . .	0,59	1,79
MgO . . .	0,34	0,37
CaO . . .	8,04	8,09
Al_2O_3 . . .	24,45	22,99
Fe_2O_3 . . .	—	3,92
SiO_2 . . .	61,81	57,64
	101,42	100,05

128. Aus Glimmerdiorit von Campo maior (Portugal); anal. A. Merian, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 3, 296 (1885).

129. Aus dem Diorit vom Piz Roseg (Graubünden), „Kalkoligoklas"; anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. 9, 226 (1857).

Physikalische Eigenschaften.

Über die Eigenschaften der Plagioklase im allgemeinen wurde bereits im zweiten Bande, Abt. 1, berichtet. Siehe dort namentlich die Abhandlung von Fr. Becke. Hier sollen nur wenige spezielle Eigenschaften der Oligoklase noch angeführt werden.

Spaltbarkeit nach (001) vollkommen, weniger nach (010). Bruch muschelig bis uneben. Glasglänzend, auch perlmutter- bis fettglänzend. Härte 6. Spröde.

Durchsichtig bis durchscheinend. Weiß, graulichweiß, rötlichweiß, grünlich, graugrün. Manche Varietäten sind rot, so der durch Eisenglanzschüppchen gefärbte Sonnenstein (Avanturin).

Die Dichte wechselt mit dem Gehalt an Anorthit, welcher ein Aufsteigen bewirkt. Im Mittel läßt sich 2,65 bis 2,67 angeben.

Optische Eigenschaften. Siehe darüber Fr. Becke, Bd. II, Abt. 1. Hier noch einige spezielle Daten (nach E. A. Wülfing[1]):

Fundort	Dichte	N_α	N_β	N_γ	$2V$
		Oligoklasalbit			
Soboth $Ab_{87}An_{13}$[2]) . . .	2,639	1,5333	1,5368	1,5417	84° 23′
Soboth $Ab_{87}An_{13}$[2]) . . .	—	1,5337	1,5376	1,5429	—
Cala Francese $Ab_{87}An_{13}$[3])	—	1,5315	1,5354	1,5408	80 58 (Na-Licht)

[1]) E. A. Wülfing, Mikrosk. Physiogr. 1905, 338.
[2]) Fr. Becke, Tsch. min. Mit. 20, 56 (1900).
[3]) C. Riva, Z. Kryst. 35, 361 (1902).

Fundort	Dichte	N_α	N_β	N_γ	$2V$
		Oligoklas			
Bamle Ab_6An_1 [1])	2,644	1,5346	1,5385	1,5433	86° 52′
Bamle Ab_6An_1 [2])	—	1,534	1,538	1,542	—
Mexico $Ab_{80}An_{20}$ [3]) . .	2,640–2,645	1,5373	1,5415	1,5457	90 zirka
Derselbe für rotes Licht	—	1,5358	1,5390	1,5436	—
Val Lenasco [4])	—	1,531	1,535	1,539	—
Cala Francese [5])	—	1,5363	1,5408	1,5448	86 22
Val Dombastone [4]) . . .	—	1,537	1,542	1,544	—
Bakersville $Ab_{3,5}An_1$ [6])	—	1,5389	1,5431	1,5469	91 44
Bakersville [1])	2,649	1,5388	1,5428	1,5463	92 56
Tvedestrand Ab_3An_1 [1]) .	2,661	1,5417	1,5458	1,5490	98 36

Über die Auslöschungsschiefe, welche mit steigendem Anorthitgehalt abnimmt, siehe die Arbeiten von A. Des Cloizeaux, welcher auch eine große Zahl von Achsenwinkeln bestimmte. Ferner siehe über das Schwanken der optischen Konstanten mit der chemischen Zusammensetzung die Messungen von F. Fouqué, die Arbeiten von M. Schuster, Fr. Becke, H. Tertsch, C. Viola, A. Michel-Lévy, E. von Fedorow. Siehe auch die Zusammenstellung von E. A. Wülfing.[7])

Über die Dispersion der optischen Achsen und der Bissektrizen, sowie über die Lage der optischen Achsen die Arbeiten von A. Des Cloizeaux, M. Schuster, Fr. Becke.

Oligoklas zeigt vorwiegend gekreuzte Dispersion und nur wenig merkliche geneigte Dispersion.

Die Stärke der Doppelbrechung ist in der Oligoklas-Albitreihe

$$N_\gamma - N_\alpha = 0{,}009; \quad N_\gamma - N_\beta = 0{,}005; \quad N_\beta - N_\alpha = 0{,}004.$$

In der eigentlichen Oligoklasreihe:

$$N_\gamma - N_\alpha = 0{,}007; \quad N_\gamma - N_\beta = 0{,}003; \quad N_\beta - N_\alpha = 0{,}004$$

nach E. A. Wülfing.[8]) Die Doppelbrechung steigt mit zunehmendem Anorthitgehalt.

Einfluß der Temperatur auf die Brechungsquotienten. Dieser wurde von A. Offret[9]) bestimmt bei Temperaturen von 20° C bis 344,6° für verschiedene Farben. Die Untersuchungen wurden am Oligoklas von Bakersville ausgeführt. Es ergab sich für Temperaturen von 0 bis 100° im Mittel eine Zunahme

N_α	N_β	N_γ	$N_\gamma - N_\alpha$	$N_\gamma - N_\beta$	$N_\beta - N_\alpha$
0,00036	0,00047	0,00042	—	—	—
Doppelbrechung bei 0° C .			0,00798	0,00393	0,00414
Änderung bei 100° . . .			0,00007	0,00004	0,00011

[1]) H. Tertsch, Tsch. min. Mit. **22**, 159 (1903).
[2]) A. Michel-Lévy und A. Lacroix, C. R. **61**, 846 (1890).
[3]) F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 425 (1894).
[4]) G. Linck, Z. Kryst. **35**, 361 (1902).
[5]) C. Riva, Z. Kryst. **35**, 361 (1902).
[6]) A. Offret, Bull. Soc. min. **13**, 648 (1890).
[7]) E. A. Wülfing, l. c. 337.
[8]) Siehe Literatur Bd. II, Abt. 1 und bei E. A. Wülfing, l. c.
[9]) A. Offret, Bull. Soc. min. **13**, 648 (1890).

Dilatation eines Prismas durch die Wärme:

I. Kante bei	20°	64°	24′	16″
	213	54	24	6
	324,5	54	23	39
II. Kante bei	21°	54°	35′	44″
	224,6	54	39	20
	342,5	54	41	25
III. Kante bei	18,5°	54°	6′	46″
	214,6	54	39	20
	342,5	54	41	47

Die größte Ausdehnung findet nach demselben Forscher d_a nach *a*, die kleinste d_c nach *b*, für die eben erwähnten Prismen hat man die Werte:

Temperatur	I. $\frac{1+d_c}{1+d_b}$	II. $\frac{1+d_a}{1+d_c}$	III. $\frac{1+d_b}{1+d_a}$
0—100°	1,000033	1,000631	0,999485
0—200	0,999970	1,001261	0,998953
0—300	0,999812	1,001892	0,998391

Die spezifische Wärme wurde von J. Joly[1]) bestimmt, sie beträgt an halbdurchsichtigem Material 0,2050, an halbdurchscheinendem Material 0,1997.

R. Ulrich[2]) fand an Oligoklas von Snarum zwischen 98 und 15° 0,2048.

Schmelzpunkt. Oligoklas hat keinen fixen Schmelzpunkt, er schmilzt allmählich. Bei der Abkühlung einer Oligoklasschmelze erhält man nur Glas. Die verschiedenen Daten wurden in Bd. I, S. 662, angegeben und sind dort einzusehen.

Über das Laue-Diagramm von Oligoklas siehe F. Rinne.[3])

Vor dem Lötrohr erhält man unter Gelbfärbung der Flamme klares oder blasiges Glas.

Chemische Eigenschaften.

Säuren greifen Oligoklas nicht wesentlich an.

F. W. Clarke[4]) untersuchte die alkalische Reaktion mittels Phenolphthalein und fand bei dem Vorkommen von Bakersville deutliche und permanente, aber blasse Färbung.

Einwirkung von kohlensäurehaltigem Wasser. Diese wurde von R. Müller[5]) untersucht. Die zu untersuchenden Materialien wurden als feine Pulver mit bei 31 Atm. Druck mit Kohlensäure gesättigtem Wasser in Flaschen von 1,1 Liter Inhalt in einem Keller 50 Tage lang aufbewahrt. Nach Ablauf dieser Zeit wurden die gut verschlossenen Flaschen geöffnet, das Wasser abfiltriert, die Lösung eingedampft und der Rückstand analysiert.

Zu bemängeln ist bei diesen Versuchen, daß das ursprüngliche Material nicht immer analysiert wurde, sondern daß der Verfasser auch alte Analysen zum Vergleiche herangezogen hat.

---

[1]) J. Joly, Proc. Roy. Soc. **41**, 250 (1887).
[2]) R. Ulrich, E. Wolny, Forsch. a. d. Gebiet der Agrikultur, Phys. **17**, 1 (1894).
[3]) F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1916, II, 92.
[4]) F.W. Clarke, Am. Journ. Chem. Soc. **20**, 739 (1898); Z. Kryst. **32**, 609 (1900).
[5]) R. Müller, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. **1**, 25 (1877).

Bei Oligoklas wurde der von Ytterby gewählt und als Vergleich die alte Analyse von J. Berzelius gewählt.

Na_2O	9,67	2,367
K_2O	0,38	Spur
MgO	0,80	—
CaO	3,18	3,213
Al_2O_3	23,80	0,1713
Fe_2O_3	Spur	Spur
SiO_2	61,55	0,237

Plagioklas ist also löslicher wie Orthoklas, vgl. Bd. II, Abt. 2, S. 529. Die in demselben enthaltenden Spuren von Eisenoxyd gehen am leichtesten in Lösung, was mit der Ansicht von A. Delesse übereinstimmt, daß bei der Zersetzung der Feldspate vor der Kaolinisierung eine Rotfärbung durch ausgeschiedenes Eisenoxyd zuerst vor sich geht.

W. B. Schmidts[1]) Versuche mit schwefliger Säure. Es wurde in Wasser gelöste schweflige Säure verwendet, welche in luftdicht verschlossenen Flaschen von 1200 ccm Inhalt ein Jahr lang auf das Mineralpulver einwirkte.

Andere Versuche wurden mit saurem schwefligsaurem Natron, in Wasser gelöst, ausgeführt. Die Temperatur ist nicht angegeben.

Bei Oligoklas wurde der von Ytterby gewählt und als Ausgangsmaterial die Analyse von J. Berzelius, wie im vorigen Falle angenommen. Eine Bestimmung der Alkalien mußte natürlich bei dieser Versuchsanordnung unterbleiben. Im folgenden sind die prozentischen Mengen angegeben, wobei sowohl die Lösung als auch das behandelte Material bzw. der Rückstand analysiert wurde.

	1.	2.	3.
Na_2O	9,67	8,78	—
K_2O	0,38	0,43	—
MgO	0,80	0,29	59,24
CaO	3,18	3,30	25,15
Al_2O_3	23,80	23,67	2,72
SiO_2	61,55	63,56	0,16

1. Analyse des ursprünglichen Oligoklases nach J. Berzelius.
2. Analyse des Rückstandes.
3. Analyse des in Lösung gegangenen Anteils.

Obgleich die Alkalien in der Lösung nicht bestimmt werden konnten, so geht aus dem Vergleich doch hervor, daß das Kalium und Natrium stark, wenn auch weniger als Magnesium in Lösung gegangen ist. Kieselsäure ist am wenigsten in Lösung gegangen. Im Vergleich mit kohlensäurehaltigem Wasser ist die Zersetzung stärker, die Anreicherung an Kieselsäure ist hier stärker.

J. Šplichal[2]) untersuchte die Zersetzung durch Salzsäure bei einem Oligoklas von Arendal von der Dichte 2,627 an 20 g, wobei 200 ccm Salz-

[1]) W. B. Schmidt, Tsch. min. Mit. 4, 19 (1882).
[2]) J. Šplichal, Abh. böhm. Akad. 1913, XII, 20; nach Ref. von F. Slavík in N. JB. Min. etc. 1914, I, 15.

säure vom spezifischen Gewicht 1,19 angewandt wurden. Dauer des Versuches 2 Wochen. Leider fehlt die Angabe der Temperatur bei diesem Versuche, sowie auch bei dem Versuche mit Anorthit und Albit, wodurch der Wert dieser Versuche beeinträchtigt wird. Es hätten Versuche bei verschiedenen Temperaturen durchgeführt werden müssen.

Hier die Angaben von J. Šplichal:

	I.	II.
δ	2,627	—
Na_2O	6,74	0,07
K_2O	1,30	
MgO	0,25	2,00
CaO	4,83	6,21
Al_2O_3	23,44	0,88
Fe_2O_3	0,73	17,46
SiO_2	63,30	Spur
Glühverl.	0,55	—
	101,14	—

I. Analyse des Oligoklas von Arendal.

II. Davon ausgelaugt.

Der Versuch beweist, daß die Plagioklase keine reine Additivität ihrer Konstanten zeigen und folglich keine mechanischen Gemenge, sondern feste Lösungen sind.

Einwirkung von Natriumcarbonat. J. Lemberg[1]) ließ auf Oligoklas von Ytterby (siehe S. 224, Nr. 61) eine achtprozentige Lösung dieses Salzes bei 220° durch 780 Stunden einwirken.

	1.	2.
Na_2O	14,12	—
K_2O	—	21,19
Al_2O_3	23,07	23,39
SiO_2	54,06	54,63
H_2O	8,75	0,79
	100,00	100,00

1. Einwirkung von Natriumcarbonat. Es wurde normaler Analcim gebildet, in runden Körnern.

2. Das im Vorversuche erhaltene Produkt 100 Stunden bei 200° mit Chlorkaliumlösung behandelt.

Weitere Versuche mit kieselsäurereicheren Plagioklasen mußten aufgegeben werden, weil es nicht gelang, geeignete Methoden der Umwandlung ausfindig zu machen, bei welchen eine starke Abspaltung von SiO_2 vermieden wird.

A. de Grammont[2]) untersuchte das Spektrum des Oligoklases, es wurde der von Bakersville vorgenommen, wobei die Linien von Na, Si, Al sehr hell, Ca schwächer, Ba sehr schwach auftraten. Der Oligoklas von Ytterby zeigt Ca besser. Eine Ba-Linie wurde nicht beobachtet, dafür eine Sr-Linie.

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 560 (1887).
[2]) A. de Grammont, C. R. **126**, 1513 (1898); Bull. Soc. min. **21**, 95 (1898).

Einwirkung von Salmiak. F. W. Clarke[1]) und G. Steiger haben nach ihrer hier bereits mehrfach erwähnten Methode die Einwirkung von geschmolzenem Chlorammonium auch auf Oligoklas, durchsichtig von Bakersville, erprobt. In der Lösung fanden sich 0,96% CaO und 2,71% Na_2O. Im trockenen Rückstande wurden 0,32% NH_3 gefunden.

G. Steiger[2]) untersuchte die Löslichkeit in Wasser. Der Versuch dauerte einen Monat. Gefunden wurde:

Totalprozent der Alkalien nach der Analyse	9,18%
Äquivalent von Na_2O in der Lösung . .	0,09%

Auch bei diesem Versuch war das Vorkommen von Bakersville verwendet worden.

Vorkommen siehe bei Labradorit.

Synthese.

Wegen der großen Viskosität der Oligoklasschmelze und der daraus resultierenden kleinen Kristallisationsgeschwindigkeit kann man nur schwer Kristalle von Oligoklas aus seiner Schmelze erhalten. Bei einigermaßen rascherer Abkühlung erstarrt die Schmelze glasig.

P. Hautefeuille[3]) hatte bei seinen Versuchen Albit und Orthoklas zu erhalten, unter Anwendung von wolframsauren Alkalien auch Oligoklas erhalten, doch ist die Identifizierung zweifelhaft. Auch zersetzen sie sich bei hoher Temperatur.

F. Fouqué und A. Michel-Lévy[4]) haben bei ihren Versuchen auch den Oligoklas erhalten. Doch erhielten sie nur Mikrolithen, meist sphärolithisch angeordnet.

A. Day und E. T. Allen erhielten nach derselben Methode die Mischung Ab_3An_1, als sie die Abkühlung durch mehrere Tage fortsetzten.

Durch Zusatz von Wolframsäure habe ich bei Verhältnis mäßig rascherer Abkühlung Kristallisation der Oligoklasschmelze bewirkt.

Bei der Darstellung künstlicher Gesteine wurde auch Oligoklas erhalten, so von K. Bauer[5]) aus Granitmischung mit Zusatz von Wolframsäure, aus Dioritmischung unter Zusatz von Alkalifluoriden.

Durch Zusammenschmelzen von Granit (Reiffnigg, Bachergeb.)[6]) mit Phonolith von Praya unter Zusatz von CaF_2 und NaCl, dann von CaF_2 und MgF_2 oder aus einer Mischung, welche dem Granit von Reiffnigg chemisch entsprach unter Zusatz von Lithiumchlorid und Natriummolybdat erhielt K. Petrasch neben anderen Mineralien auch Oligoklas.

Bei ähnlichen Versuchen erhielt auch G. Medanich[7]) Oligoklas.

Es wurde derselbe Granit mit Basalt von Remagen geschmolzen, wobei Oligoklas erhalten wurde.

---

[1]) W. F. Clarke, Bull. geol. surv. U.S. Nr. 207 (1902); Z. Kryst. **38**, 696 (1908).
[2]) G. Steiger, Am. Journ. Chem. Soc. **21**, 437 (1899); Z. Kryst. **34**, 205 (1901).
[3]) P. Hautefeuille, Ann. école normale, Suppl. **9** (1880).
[4]) F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, Synthèse des miner. et roches, Paris 1882, 140; C. R. **87**, 700 (1878).
[5]) K. Bauer, N. JB. Min. etc. Beil. **12**, 535 (1898/9).
[6]) K. Petrasch, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **17**, 498 (1903).
[7]) G. Medanich, N. JB. Min. etc. 1903, II, 20.

Andesin.

Synonym: Pseudo-Albit.
Triklin: Achsenverhältnis siehe bei Oligoklas.

Analysenzusammenstellung.

Die Anordnung erfolgt hier, wie bei Oligoklas nach aufsteigendem Kalkgehalt. Man unterscheidet auch Oligoklas-Andesin vom eigentlichen Andesin, wobei solche Plagioklase verstanden werden, welche zwischen dem normalen Andesin, welcher das Verhältnis Albit zu Anorthit 1:1 zeigen, zu dem Oligoklas stehen.

Die Andesinreihe von G. Tschermak enthält die triklinen Feldspate von der Zusammensetzung Al_2An_1 bis Ab_1An_1.

Verwitterte Andesine mit ungewöhnlich niedrigem Kalkgehalt.

	1.	2.	3.
δ	—	2,68	—
Na_2O	7,29	6,90	5,32
K_2O	1,69	0,80	1,01
MgO	0,58	—	0,85
CaO	1,35	1,90	3,89
Al_2O_3	26,69	21,65	26,04
Mn_2O_3	—	1,55	2,20
Fe_2O_3	2,05	1,30	—
SiO_2	59,78	64,15	60,69
H_2O	2,25	1,10	—
	101,68	99,35	100,00

1. Aus Porphyroid von Mairus (Ardennen), kaolinisiert, vgl. die Analysen an frischem Material Nr. 6 u. Nr. 18; anal. C. Klement, Z. Kryst. **18**. 529 (1891).
2. Weiße Kristalle, aus Dioritporphyr an der Küste von Peñon (Chile); anal. F. Domeyko, Miner. 1879, 562.
3. Aus Andesit, kaolinisiert von Marmato bei Popayan, vgl. die Analyse an frischem Material Nr. 14 bei Popayan, Original-Andesin (Staat Canca, Columbia); anal. Ch. Deville, Ann. chim. phys. **40**, 283 (1854).

Analysen mit 4—5% CaO-Gehalt.

	4.	5.	6.	7.	8.
δ	2,651	2,68	2,681	—	—
Na_2O	7,59	5,04	7,51	5,60	4,20
K_2O	2,54	4,23	1,23	0,20	Spur
MgO	0,39	1,46	0,20	0,80	0,72
CaO	4,01	4,07	4,20	4,20	4,36
Al_2O_3	24,59	24,33	24,69	23,70	24,00
Fe_2O_3	0,99	—	1,01	1,50	1,50
SiO_2	58,91	60,49	59,61	61,20	63,20
H_2O	0,98	1,69*)	1,62	—	1,90
	100,00	101,31	100,07	97,20	99,88

4. Rot, vom Ballon de Coravillers (Vogesen); anal. Ch. Deville, Ann. min. **13**, 675 (1848).

5. Aus Kalkstein, von Plaben (Böhmen); anal. R. v. Drasche, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1873, 126. *) Glühverlust.

6. Aus Porphyroid von Mairus (Ardennen); anal. C. Klement, Z. Kryst. **18**, 529 (1891). Vgl. Analyse Nr. 1.

7. Aus porphyrischer Lava des Vulkans Descabezado grande in Talco (Chile); anal. F. Domeyko, Miner. 1879, 562.

8. Grauweiß, zuckerkörnig, marmorähnlich aus der Umgegend von Ate bei Lima (Peru); anal. Raimondi, Minér. du Pérou 309 (1878).

	9.	10.	11.
δ	2,683	—	2,667
Na_2O	7,20	5,77	10,18
K_2O	2,06	4,06	—
MgO	0,41	—	—
CaO	4,64	4,71	4,76
Al_2O_3	25,05	25,49	25,82
Fe_2O_3	—	—	—
SiO_2	58,92	60,01	58,36
H_2O	1,27	—	0,51*)
	99,55	100,04	99,63

9. Wachsweiß aus Syenit vom Ballon de Servance (Vogesen); anal. Ch. Deville, Ann. mines **13**, 675 (1848).

10. Aus Hornblende-Andesit vom Fuße des Horberig am Kaiserstuhl; anal. A. Knop, Der Kaiserstuhl 1892, 101. Viel Kali!

11. Von der Kieslagerstätte von Bodenmais, am Silberberg; anal. H. Schulze bei V. Goldschmidt, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **1**, 207 (1881). Diese Analyse führt auf eine Formel, welche sich nicht mit der Mischungstheorie vereinbaren läßt, da die daraus berechnete Formel zu einem Silicat $NaAlSiO_4$ führen würde. *) Glühverlust.

Analysen mit 5—6 % CaO-Gehalt.

	12.	13.	14.	15.	16.
δ	—	—	2,61	—	—
Na_2O	6,44	7,40	5,04	5,79	9,32
K_2O	1,50	0,80	0,88	0,06	—
MgO	1,30	—	0,38	0,18	5,14
CaO	5,03	5,04	5,04	5,11	—
Al_2O_3	25,26	25,00	24,05	24,40	26,13
Fe_2O_3	0,30	2,05	—	3,15	—
SiO_2	58,55	59,06	63,85	61,23	60,35
H_2O	0,91	—	0,76	—	—
	99,29	99,35	100,00	99,92	100,94

12. Grünlich durchscheinend von La Bresse (Vogesen); anal. A. Delesse, Ann. mines **3**, 374 (1853).

13. In syenitischem Gestein vom Gipfel des Vulkans Descabezado (Anden, Chile); anal. F. Domeyko, Miner. 562 (1879).

14. Frischer Originalandesit aus dem Andesit von Marmato, bei Popayan (Columbia); anal. Ch. Deville, Ann. chim. phys. **40**, 283 (1854). Vgl. auch Analysen Nr. 3, 26 u. 48.

15. Von der Kieslagerstätte von Bodenmais (Bayern); anal. A. Damour bei F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 424 (1894). Siehe auch Analysen Nr. 11 u. Nr. 16.

16. Von der Kieslagerstätte Bodenmais, am Silberberg; anal. W. Ohl bei V. Goldschmidt, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **1**, 210 (1881). Hier gilt dasselbe, wie für die Analyse von H. Schulze, Nr. 11.

	17.	18.	19.	20.	21.
δ	—	—	2,672	—	—
Na_2O	5,17	7,73	5,21	9,70	7,69
K_2O	0,44	0,52	3,20	2,30	—
MgO	1,52	0,15	—	0,20	—
CaO	5,35	5,39	5,34	5,52	5,63
Al_2O_3	28,16	22,42	22,50	20,15	26,68
MnO	—	—	0,15	—	—
Fe_2O_3	—	2,24	2,12	2,54	—
BaO	—	—	—	0,24*)	—
SiO_2	58,11	60,39	58,38	59,35	58,39
H_2O	1,25	1,24	3,41	—	1,61
	100,00	100,08	100,31	100,00	100,00

17. Aus quarzarmem grünen Gestein (Andesin) von Cucurusape bei Marmato; anal. Ch. St. Claire Deville, wie Analysen Nr. 3, 14 u. Nr. 26 von Marmato.

18. Aus Porphyroid von Mairus (Ardennen), grünlichgrau; anal. C. Klement, Z. Kryst. **18**, 529 (1891).

19. Von einem Kalksteinbruch nördlich Milltown (Schottland); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 654 (1878).

20. Von der Kieslagerstätte Bodenmais, am Silberberg; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie 1875, 575. Für diese Analyse gilt dasselbe, was für die Analysen von demselben Fundorte von E. Schulze u. W. Ohl gesagt wurde, sie stimmen nicht mit der Mischungstheorie und dürfte kein gutes Material vorgelegen sein. *) Glühverlust.

21. Von Tilasinwuori in Tammela (Finnl.), in Magnetkies; anal. J. Wiik, Z. Kryst. **7**, 77 (1883). Hierher gehört auch ein Feldspat aus dem Amphibolit von Palmer Centa, siehe Analyse Nr. 79 u. 80.

	22.	23.	24.	25.	26.	27.
δ	2,736	2,658–2,660	—	2,644	2,7328	2,596
Na_2O	5,39	7,42	6,31	0,99	6,53	6,51
K_2O	0,81	0,05	—	1,76	1,08	1,87
MgO	0,74	0,56	—	0,65	1,08	—
CaO	5,65	5,67	5,72	5,79	5,77	5,78
NiO	—	0,39	—	—	—	—
Al_2O_3	24,13	23,50	25,47	26,66	24,28	24,32
Fe_2O_3	1,05	1,27	—	—	1,58	—
SiO_2	59,95	58,93	61,62	58,16	59,60	60,90
H_2O	2,28	2,21	0,88	—	—	0,62*)
	100,00	100,00	100,00	100,01	99,92	100,00

22. Aus Porphyr von Chagey (Haute Saône); anal. A. Delesse, Ann. min. **3**, 374 (1853).

23. Saccharit, zuckerartig, aus der Chrysoprasgrube am Gläsendorfer Berg bei Frankenstein (Schlesien); anal. Schmidt, Journ. prakt. Chem. **3**, 494 (1845); verunreinigtes Material.

24. Aus Quarz-Biotit-Andesit des Csicso-Berges bei Retteg am Szamosfluß (Ungarn); anal. A. Koch, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1877, 330.

25. Von Slownre Bay, Sutherland (Schottl.) aus Diabasklüften; anal. J. H. Teall, Q. J. geol. Soc. **41**, 133 (1885).

26. Aus Andesit von Marmato bei Popayan (Columbia), Originalandesin; anal. H. Abich, Pogg. Ann. **51**, 523 (1840). Vgl. auch die Analysen von demselben Vorkommen von C. F. Rammelsberg.

27. Dem Oligoklas nahestehend, von Pikruki (Finnl.); anal. H. Struve nach C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie 1875, 569. *) Glühverlust.

Analysen mit 6—7⁰/₀ CaO.

	28.	29.	30.	31.
δ	2,666–2,687	2,615	2,635	—
Na_2O	6,25	8,36	4,36	6,70
K_2O	3,05		4,09	—
MgO	—	—	—	0,60
CaO	6,06	6,12	6,20	6,20
Al_2O_3	27,62	26,19	23,88	26,50
Fe_2O_3	—	—	—	4,30
SiO_2	57,31	58,54	59,49	55,30
H_2O	0,25*)	0,79*)	0,99*)	—
	100,54	100,00	99,01	99,60

28. Aus Hornblende-Andesit des Vulkans Charchani in der Arequipagruppe (Peru); anal. F. H. Hatch, Tsch. min. Mit. **7**, 323 (1886). *) Glühverlust.

29. Von Szekelyo (Siebenbürgen) aus Andesit; anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 19. *) Glühverlust.

30. Aus Quarzdiorit von Hodritsch bei Schemnitz (Ungarn); anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 59. Mit Kalifeldspat gemengt. *) Glühverlust.

31. Aus trachytischem Lavastrom des Kraters Descabezado-chico im Tal Invernada de los Jirones in Talca (Chile); anal. F. Domeyko, Miner. 562 (1879).

	32.	33.	34.	35.
δ	2,608	—	—	—
Na_2O	6,43	6,45	5,92	6,05
K_2O	1,49	2,10	0,83	0,05
MgO	—	0,18	—	—
CaO	5,82	5,82	5,72	5,93
FeO	—	—	Spur	—
Al_2O_3	25,48	25,93	21,51	26,64
Fe_2O_3	—	0,38	—	—
SiO_2	59,50	58,41	65,77	60,72
H_2O	1,35*)	0,93	0,34	0,61
	100,07	100,20	100,09	100,00

32. Aus Andesit von Sebesvar; anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 119. *) Glühverlust.

33. Von Culakanee-Mine, Clay Cy, N. Carolina, schneeweiße und bläulichweiße Massen, aus Korund hervorgegangen; anal. T. Chatard bei A. F. Genth, Am. Phil. Soc. **13**, 397 (1873).

34. Aus Dacit von Lassen's Peak; nach H. Rosenbusch, Gesteinslehre 1905, 368.

35. Von Ersby auf Pargas (Finnl.); anal. F. Wiik, Z. Kryst. **7**, 77 (1883). (Vgl. auch Analyse Nr. 46 von demselben Fundort.)

	36.	37.	38.	39.	40.
δ	—	—	2,652—2,656		2,650
Na_2O	9,60	7,45	5,58	6,48	5,70
K_2O	—	—	1,44	1,24	0,87
MgO	0,25	0,93	—	—	—
CaO	6,20	6,22	6,26	6,28	6,29
Al_2O_3	24,20	25,32	23,43	24,19	23,75
Fe_2O_2	—	—	—	—	3,21
SiO_2	59,40	59,65	63,80	62,65	60,29
H_2O	1,20*)	0,43*)	—	—	0,64
	100,85	100,00	100,51	100,84	100,75

36. Weiße blätterige Massen von Moss (Norw.); anal. Dirvell, Bull. Soc. min. **7**, 331 (1884). *) Glühverlust.

37. Von Pojoskaven, dem Oligoklas nahestehend (Finnl.); anal. J. Lemberg, Z. geol. Ges. **39**, 567 (1887). *) Glühverlust.

38. Vom Arcuentu (Sardinien), aus Bimssteintuff; anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 360 (1894).

39. Vom Arcuentu (Sardinien), wahrscheinlich durch Opal verändert aus Bimssteintuff, bei Montevecchio; anal. L. Duparc bei F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 360 (1894).

40. Aus schwarzem Tufflager der Surturbrandformation am Vapnafjord (Island), honig- bis weingelb; anal. W. Sartorius v. Waltershausen, Vulk.-Ges. Islands, 1853, 24.

	41.	42.	43.	44.	45.	46.
δ	—	—	—	—	2,68	—
Na_2O	6,16	7,30	6,30	7,13	7,89	8,18
K_2O	0,72		0,19	2,83	0,38	—
MgO	—	—	—	0,12	—	—
CaO	6,48	6,50	6,50	6,11	6,52	6,52
FeO	2,24	—	—	—	—	—
Al_2O_3	25,69	25,57	25,30	24,04	27,60	26,24
Fe_2O_3	—	—	—	1,12	—	—
SiO_2	58,16	59,38	61,32	57,18	57,23	58,45
H_2O	0,93	1,25	0,50*)	1,60	0,90	0,61
	100,38	100,00	101,11	100,13	100,52	100,00

41. Von der Kieslagerstätte von Bodenmais (Bayern); anal. A. Damour bei F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 424 (1894). Siehe auch Analysen Nr. 15, 16, 20 u. 56.

42. Aus dem Diorit von Faymont (Vogesen); anal. A. Delesse, Ann. mines **13**, 675 (1848).

43. Oligoklas-Andesin nach F. Fouqué, blätterig von Koromandel (Indien); anal. Dirvell, Bull. Soc. min. **7**, 326 (1884). *) Glühverlust.

44. Am Gneis-Kalk-Kontakt von Delnabo, Glen Gairn (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Bull. Soc. Edinburgh **28**, 197 (1877).

45. Weiß von Francheville (Rhône); anal. A. Damour, Bull. Soc. min. **7**, 323 (1884).

46. Von Ersby bei Pargas (Finnl.); anal. J. Wiik, Z. Kryst. **7**, 77 (1883). Siehe auch die Analyse desselben Autors Nr. 35.

	47.	48.	49.	50.
δ	2,633	—	—	2,66
Na_2O	4,68	7,74	6,83	6,16
K_2O	2,47	0,84	0,38	1,45
MgO	0,56	0,14	0,59	0,23
CaO	6,83	6,87	6,66	6,91
MnO	—	—	Spur*)	—
FeO	2,96	—	—	—
Al_2O_3	24,28	25,01	26,74	23,89
Fe_2O_3	—	—	0,25	2,20
SiO_2	53,26	60,26	57,15	59,87
H_2O	3,98	—	0,90*)	0,33
	99,02	100,86	99,50	101,04

47. Aus Melaphyrporphyr am Nordfuße des Palkniczaberges, südöstlich von Luczivna (Zips, Ungarn); anal. H. Höfer, N. JB. Min. etc. 1871, 128. Siehe auch dort die Berechnung, bei welcher das Wasser in Abzug gebracht ist. Diskussion der Analyse bei A. Kenngott, ebenda 1872, 606.

48. Originalandesin von Marmato bei Popayan (Columbia); anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie Suppl. 5, 48 (1853). Vgl. auch die Analysen von demselben Fundort Nr. 3, 14, 26 u. 75.

49. Aus korundführendem Alkali-Syenit von Dungannon Towerhefe, anal. M. F. Connor bei F. D. Adams u. A. E. Barlow, Trans. Roy. Soc. Canada, 2, Sekt. IV, 3 (1908); Z. Kryst. 48, 683 (1911). *) Glühverlust.

50. Von Londorf (Oberhessen) aus Dolerit; anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1888, II, 181.

	51.	52.	53.	54.
δ	—	2,585	—	2,696
Na_2O	5,09	7,28	4,02	6,67
K_2O	0,96	1,87	1,20	0,60
MgO	0,11	—	1,68	0,18
CaO	6,94	6,96	6,98	6,90
FeO	—	—	1,08	—
Al_2O_3	25,55	25,12	26,69	25,30
Fe_2O_3	0,65	—	—	0,31
SiO_2	59,85	57,20	53,92	58,77
TiO_2	—	—	—	0,28
H_2O	0,30	1,68	1,40	—
CO_2	—	—	2,93	—
	99,45	100,11	99,90	99,01

51. Gesteinsbildend, mit Ilmenit und Hypersthen, von Chateau Richer, Montmorency Co., Quebec; anal. T. Sterry Hunt, Bull. geol. surv. U.S. Canada 1857, 357; Journ. prakt. Chem. 66, 149 (1855).

52. Von Nagy Sebes, in der Nähe des Schlosses Sebesvar (Siebenb.); anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 13.

53. Von Rothenbrunn bei Schemnitz (Ungarn); anal. Ch. St. Claire Deville, Bull. soc. géol. 6, 410 (1869).

54. Aus Dolerit von Heubach bei Brückenau (Bayern), bis 2 cm lange Kristalle; anal. Th. Petersen, N. JB. Min. etc. 1874, 270, auch bei Fr. Sandberger, Sitzber. Bayr. Ak. 1883, 140.

Analysen mit 7—8⁰/₀ CaO.

	55.	56.	57.	58.	59.
δ	—	—	—	—	2,666
Na_2O	5,59	6,79	6,37	7,30	7,28
K_2O	1,55	0,54	1,28	—	0,08
MgO	—	0,28	—	—	—
CaO	7,00	7,08	7,08	7,20	7,25
Al_2O_3	28,64	25,88	24,94	21,20	25,35
Fe_2O_3	—	0,96	—	0,80	—
SiO_2	55,61	59,22	56,51	61,34	60,48
H_2O	3,24	—	2,55	0,50	—
S	—	0,03	—	—	—
	101,63	100,78	98,73	98,34	100,44

55. Von Dubnik, Ungarn; anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1869, 12.

56. Zwillinge aus der Kieslagerstätte von Bodenmais (Bayern); anal. H. v. Foullon bei K. Schuster, J. k. k. geol. R.A. 37, 219 (1887).

57. Aus Diorit von Szaszka (Banat); anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 147.
58. Weiß mit Kalifeldspat aus Granit des Hafens Papudo (Chile); anal. F. Domeyko, Miner. 1879; 552. Hoher Kieselsäuregehalt!
59. Aus Quarz-Andesit des Vulkans Mojanda nordöstlich von Quito (Ecuador), schneeweiß; anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 302 (1875); Pogg. Ann. **152**, 39 (1875).

	60.	60a.	61.	62.	63.	64.
δ	2,667	—	2,641	2,615	2,72	—
Na_2O	7,36	5,88	6,73	7,24	5,09	6,24
K_2O	—	0,80	1,01	0,64	1,08	0,74
MgO	Spur	0,27	0,16	—	0,91	—
CaO	7,26	7,27	7,31	7,41	7,47	7,49
FeO	—	—	—	—	2,53	—
Al_2O_3	24,67	25,77	24,65	25,43	27,27	27,70
Fe_2O_3	0,54	0,34*)	0,55	—	—	—
SiO_2	50,98	59,19	59,85	59,79	53,11	58,82
TiO_2	—	0,37	—	—	—	—
H_2O	0,09	—	0,40	—	2,38	—
	99,90	99,89	100,66	100,51	99,84	100,99

60. Von Hohenstein (N. Oest.); anal. O. Grosspietsch, Sitzber. Wiener Ak. **127**, 439 (1918).
60a. In verwittertem Doleritbasalt vom Frauenberg (Taufstein), bei Schüchtern (Hessen); anal. A. Wedel, J. geol. L.A. 1890. Siehe auch die an frischem Material durchgeführte Analyse Nr. 116. *) Fe_2O_3 + FeO.
61. Aus Hornblende-Andesit-Bimsstein von Megalang bei dem Monte Arayat (Philippinen); anal. K. Oebbeke, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **1**, 463 (1881).
62. Aus Andesit vom Tolucatal (Mexico); anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 325 (1875); N. JB. Min. etc. 1875, 397.
63. Aus Melaphyrporphyr vom Gänseschnabel bei Ilefeld (Harz); anal. A. Streng, Z. Dtsch. geol. Ges. **10**, 135 (1858); Bg.- u. hütt. Z. **20**, 265 (1861).
64. Aus Quarz-Diorit von Dognaczka; aaal. J. Niedzwiedzki, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1873, 257.

	65.	66.	67.	68.
δ	—	2,637	2,595	—
Na_2O	5,09	6,66	5,39	5,47
K_2O	0,96	2,01	—	0,12
MgO	Spur	—	—	0,39
CaO	7,73	7,76	7,79	7,53
Al_2O_3	25,62	27,39	25,38	28,05
Fe_2O_3	0,75	—	—	—
SiO_2	59,55	54,72	61,44	57,01
H_2O	0,45	0,55	—	1,43
	100,15	99,09	100,00	100,00

65. Mit Hypersthen und Titaneisen zu einem Gestein vereinigt, von Chateau Richer, Montmorency Cy. Quebec (Canada); anal. T. Sterry Hunt, Journ. prakt. Chem. **66**, 149 (1855); Bull. geol. surv. U.S. Canada 1857, 357.
66. Aus Andesit vom Pereu Vitzeluluj (Siebenb.); anal. K. v. Hauer; Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 60.
67. Aus Quarzdiorit von Hodritsch bei Schemnitz; anal. G. vom Rath, Niederrh. Ges. Bonn 1878, 25. (Beigemengter Quarz.)

68. Aus „Porphyre bleu" von St. Raphael (Esterelgeb.), Départ. Var; anal. Ch. Deville, Bull. soc. géol. **6**, 410 (1848/49). Siehe auch die Analysen Nr. 74, 88, 132 von demselben Fundort.

	69.	70.	71.	72.	73.	74.
δ	—	—	2,611	—	2,694	—
Na_2O . . .	8,62	6,32	6,75	6,87	6,01	4,95
K_2O . . .	0,65	1,28	0,33	0,61	0,68	Spur
MgO . . .	0,36	—	0,15	—	—	0,58
CaO . . .	7,79	7,58	7,80	7,87	7,96	7,96
Al_2O_3 . . .	26,33	26,46	26,52	25,74	26,94	26,67
Fe_2O_3 . . .	—	—	0,21	0,32	—	—
SiO_2 . . .	54,63	58,21	57,29	59,14	58,88	59,07
H_2O . . .	0,45*)	—	1,43	—	—	0,77*)
	98,83	99,85	100,48	100,55	100,47	100,00

69. Aus Dacit von Kuretzel (Siebenbürgen); anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. RA. 1867, 354. *) Glühverlust.

70. Von Mayeyama, Prov. Shinana (Japan); anal. I. Nichika bei T. Wada, Min. Japans, Tokyo 1904; Z. Kryst. **43**, 295 (1907).

71. Von der Cullakenee-Mine (Clay, Co., N. Carolina); anal. G. A. Koenig.

72. Monte Palmas zwischen Sassari und Alghero (Sardinien); anal. F. Millosevich, R. Acc. d. Linc. [5a], **18**, 22 (1909); Z. Kryst. **50**, 477 (1912).

73. Aus Basalt des Steinbühls bei Weilburg (Nassau); anal. Th. Petersen, N. JB. Min. etc. 1874, 270.

74. Aus Porphyr bleu von St. Raphael (Esterelgeb.); anal. Ch. Deville, Bull. soc. géol. **6**, 410 (1848/49). *) Glühverlust.

	75.	76.	77.	78.	79.	80.	81.
δ . . .	2,679	—	2,667–2,674	—	2,667	2,667	2,687
Na_2O .	7,99	6,85	5,14	6,05	7,78	6,26	5,55
K_2O . .	1,66	2,56	1,00	1,68	0,20	0,16	1,21
MgO .	0,53	0,09	0,11	0,10	—	—	0,16
CaO . .	7,93	7,98	7,78	7,83	5,83	7,85	7,78
Al_2O_3 .	25,39	23,81	25,39	23,86	23,37	24,97	26,09
Fe_2O_3 .	0,87	0,94	0,60	1,18	Spur	Spur	0,50
SiO_2 . .	60,14	56,96	59,80	58,38	62,91	60,90	58,15
TiO_2 .	—	—	—	—	Spur	Spur	—
H_2O .	—	1,62	—	1,03	0,42	0,48	0,45
	104,51	100,81	99,82	100,11	100,51	100,62	99,89

75. Aus Andesit von Marmato bei Popayan (Columbia), Originalandesin; anal. Jacobson bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie 1860, 606.

76. Matt, milchweiß, aus Gneis-Kalk-Kontakt von Delnabo in Glen Gairn (Aberdeenshire, Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 654 (1878).

77. Von Chateau Richer (Canada); anal. T. Sterry Hunt, Journ. prakt. Chem. **66**, 149 (1855); Bull. geol. surv. U.S. Canada 1857, 357.

78. Von Chateau Richer, Montmorency Co., Quebec (Canada); anal. Franke bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie 1860, 609. Siehe auch die späteren Analysen von T. Sterry Hunt, Nr. 51, 65, 84, 94 u. 107.

79 u. 80. Beide aus Amphibolit von Palmer Centa (Massachusets); anal. W. F. Hille-

brand bei F. W. Clarke, Bull. geol. surv. U.S. **409**, 260 (1910). Der erste enthält 7,4%, der zweite 7,6% Quarzbeimengung.

81. Von Lachute, Quebec (Canada); anal. T. Sterry Hunt, Journ. prakt. Chem. **66**, 149 (1855); Bull. geol. surv. U.S. Canada 1857, 357.

Analysen mit 8—9% CaO.

	82.	83.	84.	85.	86.
δ	—	—	2,636	—	—
Na_2O	6,84	4,11	5,45	6,16	7,96
K_2O	Spur	2,16	1,16	0,97	—
MgO	0,28	—	0,20	—	—
CaO	8,01	8,00	8,06	8,07	8,09
Al_2O_3	26,78	21,42	25,80	26,64	26,25
Fe_2O_3	—	5,39	1,00	—	—
SiO_2	57,29	57,69	58,50	58,03	57,37
H_2O	—	2,01*)	0,40	—	0,70*)
	99,20	100,78	100,57	99,87	100,37

82. Aus der Lava von Niedermendig; anal. E. Laspeyres, Z. Dtsch. geol. Ges. **18**, 193 (1866).

83. Chonkahegy, östlich Szanto bei Tokaj aus Andesit; anal K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1869, 51. Viel Eisen! *) Glühverlust.

84. Blaßgrünlich bis bläulichgrau, feinkörnig, mit braunschwarzem Glimmer, von Chateau Richer, Montmorency Co, Quebec (Canada); anal. T. Sterry Hunt, Journ. prakt. Chem. **68**, 149 (1855); Bull. geol. surv. U.S. Canada 1857.

85. Von St. Raphael (Esterelgeb.) aus blauem Porphyr; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **144**, 245 (1871).

86. Vom Orijärvi-See; anal. Hj. Gylling, Öfv. Finsk. Vet. Soc. Förh. **25** (1883); Z. Kryst. **11**, 159 (1886). *) Glühverlust.

	87.	88.	89.	90.	91.
δ	2,659	2,68	—	2,6787	2,642
Na_2O	6,74	5,27	7,84	6,87	4,92
K_2O	0,22	2,36	1,15	0,50	1,28
MgO	—	0,11	0,50	0,11	—
CaO	8,20	8,18	8,24	8,21	8,28
Al_2O_3	26,08	26,52	23,34	26,94	27,66
Fe_2O_3	—	—	0,24	—	0,97
SiO_2	59,39	58,32	58,36	58,48	53,89
H_2O	—	0,60*)	0,53	0,49*)	3,00*)
	100,63	101,36	100,20	101,60	100,00

87. Aus Andesit des Vulkans Pululagua, nördlich von Quito (Ecuador); anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 302 (1875); Mon.-Ber. Berliner Ak. 1874, 26.

88. Von St. Raphael (Esterelgeb.), C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie, Suppl. **5**, 48 (1853). Siehe die Analysen von demselben Fundort Nr. 68. *) Glühverlust.

89. Aus Diabas vom Hafen Portsoy (Banffshire, Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 654 (1878).

90. Von St. Raphael (siehe oben); anal. L. Sipöcz bei M. Schuster, Tsch. min. Mit. **3**, 175 (1881). *) Glühverlust.

91. Weiße durchsichtige Kristalle aus dem Melaphyr von Oberstein; anal. A. Delesse, Ann. min. **16**, 513 (1849). *) Glühverlust.

	92.	93.	94.	95.	96.
δ	—	—	—	—	2,66
Na_2O	7,38	6,18	5,83	6,09	6,90
K_2O		1,34	0,84	0,37	0,39
MgO	0,93	—	—	—	0,23
CaO	8,28	8,25	8,34	8,41	8,48
Al_2O_3	27,73	25,56	26,40	26,50	26,62
Fe_2O_3	1,50	0,22	0,40	—	—
SiO_2	53,23	56,65	57,20	58,65	57,53
H_2O	0,95	1,58	0,65	—	—
	100,00	99,78	99,66	100,02	100,15

92. Aus Melaphyr (als Labrador bezeichnet), zwischen Bozen und Kollmann; anal. A. Delesse, Ann. min. **12**, 258 (1847).

93. Mit Vesuvian von Sandford (Maine); anal. Payne bei J. D. Dana, Miner. 1892, 337.

94. Hellrotgrau, grobkörnig mit Ilmenit und Biotit von Chateau Richer, Montmorency Co., Quebec (Canada); anal. T. Sterry Hunt, Journ. prakt Chem. **66**, 149 (1855) und Geol. Surv. Canada, 1857, 357. Vgl. auch die Analysen von demselben Fundort Nr. 51, 65, 78, 84.

95. Von Chenavari bei Roquemaore (Ardèche); anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 352 (1894).

96. Aus der Braunkohle von Trifail (Steiermark); anal. R. Maly, Sitzber. Wiener Ak. **91**, 65 (1885).

	97.	98.	99.	100.	101.
δ	—	—	2,64	—	2,620
Na_2O	6,28	5,38	7,34	4,79	5,50
K_2O		0,79	—	1,56	0,50
MgO	0,06	—	—	0,54	—
CaO	8,66	8,73	8,76	8,70	8,85
MnO	—	—	—	0,13	—
Al_2O_3	26,55	27,10	27,23	26,05	26,10
Fe_2O_3	—	0,20	—	1,98	—
SiO_2	58,15	57,55	55,69	56,15	59,10
H_2O	0,30 [2]	—	1,06 [2]	0,77 [1]	—
	100,00	99,75	100,08	100,67	100,05

97. Aus dem Tonalit des Adamello, vom Val S. Valentino bei Villa; anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **16**, 249, siehe Analyse Nr. 102.

98. Von St. Joachim; anal. T. Sterry Hunt, Journ. prakt. Chem. **66**, 149 (1855) und Geol. surv. Canada, 1857, 357.

99. Marmagne-Tal (Saône et Loire), aus Pegmatit; anal. A. Damour, Bull. Soc. min. **7**, 323 (1884).

100. Aus Gabbro, Wisconsin nach R. Ch. van Hise; anal. T. M. Chatard, siehe F. W. Clarke, Bull. geol. surv. U.S. **419**, 260 (1910).

101. Vom Guagua Pichincha (Ecuador); anal. G. vom Rath, Mon.-Ber. Berliner Ak. 1874, 26; Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 302 (1875). Vgl. auch Analyse Nr. 108.

---

[1]) Davon entweichen bei 100° 0,13%.

[2]) Glühverlust.

	102.	103.	104.	105.	106.
δ	—	—	—	2,685	—
Na_2O	6,10	8,11	4,15	5,17	6,06
K_2O	0,34	0,67	0,15	1,37	0,47
MgO	—	—	0,32	0,20	1,35
CaO	8,56	8,57	8,60	8,64	8,65
Al_2O_3	28,48	27,01	26,20	26,90	27,56
Mn_2O_3	—	—	1,15	—	—
Fe_2O_3	—	0,17	1,90	1,32	1,14
SiO_2	56,79	56,36	57,05	57,00	53,98
H_2O	0,24[2])	—	—	0,10	—
CO_2	—	—	—	0,42	—
	100,51	100,89	99,52	101,12	99,21

102. Aus Tonalit, Val S. Valentino bei Villa (Adamello); anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **16**, 249.

103. Aus Diorit von St. Vicente (Capverden); anal. C. Doelter, Vulk. d. Capverden (Graz 1883), Z. Kryst. **8**, 414 (1884).

104. Aus Granit vom Ufer des Rio de la Laguna, Anden von Coquimbo (Chile); anal. J. Domeyko, Miner. 1879, 562.

105. Aus Melaphyr des Rabensteins bei Ilefeld (Harz); A. Streng, Z. Dtsch. geol. Ges. **13**, 66 (1861).

106. Durchsichtige Kristalle von Maui, „Mauilith" (Sandwichinseln); anal. Schliefer, Am. Journ. **11**, 121 (1851).

Analysen mit 9—10% CaO-Gehalt.

	107.	108.	109.	110.	111.	112.
δ	2,681	2,647	2,627	—	2,650	—
Na_2O	4,77	6,70	6,40	5,45	4,21	3,60
K_2O	0,86	—	—	0,78	0,82	1,45
MgO	0,27	—	—	—	0,30	—
CaO	9,01	9,05	9,05	9,05	9,09	9,09
FeO	—	—	—	—	2,22	—
Al_2O_3	26,90	26,10	26,75	25,49	26,78	30,16
Fe_2O_3	1,53	—	—	—	—	—
SiO_2	55,80	58,15	57,80	58,71	53,99	55,60
H_2O	0,45	—	—	—	1,90	—
	99,59	100,00	100,00	99,48	99,31	99,90

107. Feinkörnige Masse mit braunschwarzem Glimmer von Chateau Richer, Montmorency Co., Quebec; anal. T. Sterry Hunt, Geol. Surv. Canada 1875, 357; Erdmanns Journ. prakt. Chem. **66**, 149 (1855).

108. Weiße kleine Kristalle aus dem rötlichen Gipfelgestein des Guagua Pichincha; anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 302 (1875); Min.-Ber. Berliner Ak. 1874, 28. Siehe Analyse Nr. 101.

109. Aus Lavablöcken im Rio Puela, am Vulkan Tungaragua (Ecuador); anal. G. vom Rath, wie oben.

110. Aus Tuff der Coirons bei Rochesauve (Dép. Ardèche); anal. A. Damour, Bull. Soc. min. **6**, 288 (1883).

111. Von Recsk, westl. Erlau (Ungarn); anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 145. Siehe Analyse von demselben Fundort Nr. 125.

112. Lava des Vulkan Terremoto, Ausbruch 1793; anal. J. Siemiradzki, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **4**, 223 (1886).

	113.	114.	115.	116.	117.
δ	2,697	—	—	2,41	2,696
Na_2O	5,19	5,39	3,91	5,23	5,97
K_2O	1,19	0,92	0,47	0,79	0,57
MgO	—	—	0,03	0,66	—
CaO	9,13	9,22	9,23	9,29	9,29
FeO	—	—	1,04	0,21	—
Al_2O_3	28,98	26,32	25,97	27,11	27,81
Fe_2O_3	0,94	—	—	0,44	—
SiO_2	54,09	57,87	59,16	56,74	56,00
TiO_2	—	—	—	0,27	—
H_2O	—	0,28	0,68	—	—
	99,52	100,00	100,49	100,74	99,64

113. Aus Labradorporphyr, vom Rimbachtal, Vogesen; anal. A. Osann, Z. Kryst. **18**, 663 (1891).

114. Aus Kalkstein von Geppersdorf (Schlesien); anal. Schumacher, N. JB. Min. etc. 1878, 816.

115. Aus Diorit vom Kyffhäuser (Harz); anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1867, 537.

Gehört wohl schon zu Labradorit.

116. Aus doleritischem Basalt vom Frauenberg bei Schlüchtern; anal. W. Wedel, J. geol. Landesanst. 1890.

117. Übergangsgestein zum Norit von der Mündung des Val Scala (Veltlin); anal. O. Hecker, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **17**, 313 (1903).

Die Analyse weist auf An_7Ab_6, ist daher Andesin, während der Analytiker ihn als Labradorit bezeichnet.

	118.	119.	120.	121.
δ	2,677	2,64	2,36	2,678
Na_2O	4,72	6,19	5,98	3,95
K_2O	1,49	0,80	1,81	1,02
CaO	9,35	9,38	9,62	9,66
Al_2O_3	25,71	26,52	27,37	25,72
Fe_2O_3	0,97	0,70	—	4,51
SiO_2	56,30	56,72	54,53	51,72
H_2O	1,82	—	1,21	2,26*)
	100,36	100,31	100,52	98,84

118. Aus Kalkstein von Crathie, mit Wollastonit und Kokkolith; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburg, **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 654 (1878).

119. Aus Andesit von Pisoje bei Popayan (Columbia); anal. Francis bei G. Rose, Pogg. Ann. **52**, 471 (1841).

120. Aus Andesit von Illova bei Rodna (Siebenbürgen); anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 12.

121. Aus Andesit von Cziffar zwischen Neutra und Levenz (Ungarn); anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 59. *) Glühverlust.

	122.	123.	124.	125.
δ	2,690	—	—	—
Na_2O	5,23	5,13	6,25	5,08
K_2O	0,80	1,31	1,06	1,61
MgO	—	0,19	—	—
CaO	9,90	9,91	9,68	9,78
Al_2O_3	29,15	29,02	28,05	26,74
Fe_2O_3	—	—	0,45	—
SiO_2	55,15	55,24	54,45	55,63
H_2O	—	—	0,55	1,07
	100,23	100,80	100,49	99,91

122. Aus grobkörnigem Diorit von Le Prese (Veltlin); anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **141**, 247 (1871).

123. Aus Augitdiorit vom Grenzweg zwischen spitzem Köpfchen und der hohen Waid im Odenwald (Baden); anal. Swiatkowsky bei Benecke-Cohen, Umgegend Heidelbergs 1881, 139.

124. Gesteinsbildend, von Rawdon (Canada); anal. T. Sterry Hunt, Journ. prakt. Chem. **66**, 149 (1855); Geol. Surv. Canada 1857, 357; 1863, 478.

125. Mátragebirge, westlich von Recsk, Erlau (Ungarn); anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 14. Siehe auch Analyse Nr. 111.

Analysen mit 10—12 % CaO.

	126.	127.	128.	129.	130.
δ	2,644	—	2,73	—	—
Na_2O	5,09	3,61	4,13	7,30	8,10
K_2O	—	1,72	—	0,35	—
MgO	—	—	—	—	0,49
CaO	10,95	10,28	11,72	12,25	12,80
Al_2O_3	28,10	28,97	28,38	25,40	28,86
Fe_2O_3	—	—	—	2,10	1,27
SiO_2	55,86	54,89	55,53	50,50	48,70
H_2O	—	—	0,24	0,04	—
	100,00	99,47	100,00	97,94	100,22

126. Aus Andesitblöcken im Bimssteintuff am Calcali bei Pomasqui (Ecuador); anal. G. vom Rath, Min.-Ber. Berliner Ak. 1874, 24; Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 302 (1875).

127. Aus einer Lava von Terremoto, Vulkan Tunguragua (Ecuador); anal. J. Siemiradzki, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 4, 223 (1886).

Die erste Analyse (siehe Analyse Nr. 112) bezieht sich auf wasserhellen, die zweite auf farblosen Andesin. Der Kaligehalt jener ist ziemlich groß, doch ist hier der geringe Natrongehalt möglicherweise durch Analysenfehler verursacht.

128. Aus Amphibolit vom Murettopaß (Veltlin); anal. E. Mattirolo bei A. Cossa, Z. Kryst. **7**, 629 (1883).

129. Aus Granit von der Küstenstelle „Los pescadores" unweit Valparaiso (Chile), anal. F. Domeyko, Miner. 1879, 562.

130. Aus Trachyt ausgewitterte Kristalle von der Insel Juan Fernandez (Chile); anal. F. Domeyko, Miner. 1879, 562.

Analysen mit über 13 $^0/_0$ CaO-Gehalt.

	131.
Na_2O	5,10
K_2O	0,14
MgO	0,51
CaO	15,02
Al_2O_3	24,78
Fe_2O_3	2,03
SiO_2	52,42
	100,00

131. Von St. Raphael im Esterelgebirge bei Fréjus, aus blauem Porphyr; siehe bei A. Des Cloizeaux, Miner. 1862, 310. Siehe auch die Analysen Nr. 68, 74 u. Nr. 88 von demselben Fundort.

Formel.

C. F. Rammelsberg berechnet folgende Atomverhältnisse:

	Al : Si	Na : Ca
Marmato. H. St. Claire Deville	1 : 7	1,3 : 1
Arequipa. F. H. Hatch	1 : 7	2,5 : 1
Head. P. Jannasch	1 : 7	3,4 : 1
Francheville. A. Damour	1 : 7	2,2 : 1
Marmagne. Ders.	1 : 7	1,5 : 1
Popayan. Francis	1 : 7,2	1,3 : 1
Esterelgebirge. C. F. Rammelsberg	1 : 7,4	1,5 : 1
Desgl. G. vom Rath	1 : 7,4	1,5 : 1
Vesuv. Ders.	1 : 7,4	2,3 : 1
Tunguragua. Ders.	1 : 7,4	1,2 : 1
Orijärvi. J. Gylling	1 : 7,4	1,7 : 1
Finnland. J. Wiik	1 : 7,4	2,5 : 1
Trifail. R. Maly	1 : 7,4	1,5 : 1
Odern. A. Delesse	1 : 7,6	1,4 : 1
Roquemaure. F. Fouqué	1 : 7,6	1,36 : 1
Cullakenee. Th. M. Chatard	1 : 7,6	2,3 : 1
Piz Roseg. G. vom Rath	1 : 7,8	1,3 : 1
Chateau Richer. T. Sterry Hunt	1 : 7,8	3,2 : 1
Guagua Pichincha. G. vom Rath	1 : 7,8	1,9 : 1
Frankenstein. A. Varrentrapp	1 : 7,8	2,4 : 1
Meissner. Th. Petersen	1 : 7,8	1,9 : 1
Pululagua. G. vom Rath	1 : 7,8	1,5 : 1
Ural. Jewreinow	1 : 7,8	2,6 : 1
Altai. K. v. Chroustschoff	1 : 7,8	3,8 : 1
Breitfirst. R. Wedel	1 : 7,8	1,5 : 1
Marmato. H. Abich	1 : 8	1,8 : 1
Desgl. C. F. Rammelsberg	1 : 8	2,0 : 1
Servance. A. Delesse	1 : 8	2,9 : 1
Vapnefjord. Sartorius v. Waltershausen	1 : 8	1,6 : 1
Predazzo. G. vom Rath	1 : 8	2,9 : 1
Pitkäranta. Jewreinow	1 : 8	1,8 : 1

	Al : Si	Na : Ca
Mojanda. G. vom Rath	1 : 8	1,8 : 1
Rothenburg. A. Streng	1 : 8	2,3 : 1
Bamle. Dirvell	1 : 8	6,0 : 1
Rochesauve. A. Damour	1 : 8	1,2 : 1
Coromandel. Dirvell	1 : 8	2,0 : 1
Bakersville F. W. Clarke	1 : 8	3,0 : 1
Coravillers. A. Delesse	1 : 8	3,7 : 1
Chagey. Ders	1 : 8	2,6 : 1
La Bresse. Ders.	1 : 8	2,0 : 1
Moss. Dirvell	1 : 8,2	2,6 : 1
Birkenauer Tal. B. Mauritz	1 : 8,2	2,8 : 1
Unionville. Th. M. Chatard	1 : 8,2	6,0 : 1
Fassatal. J. Lemberg	1 : 8,2	1,8 : 1
Schaitansk. G. A. König	1 : 8,2	3,3 : 1
Chalanges. Lory	1 : 8,4	4,5 : 1
Bourg d'Oisans. G. A. König	1 : 8,4	3,2 : 1
Marmorera. G. vom Rath	1 : 8,4	1,1 : 1
Toluca. Bake	1 : 8,4	2,3 : 1
Uvelka. G. vom Rath	1 : 8,4	2,6 : 1
Frankenstein. Alb. Schmidt	1 : 8,4	2,3 : 1
Sala. A. N. Svanberg	1 : 8,4	3,0 : 1
Moland. Dirvell	1 : 8,4	3,3 : 1
Christiania. Fischer	1 : 8,4	2,6 : 1
Lavaldens. Lory	1 : 8,4	1,2 : 1

Demnach entsprechen die meisten Analysen dem G. Tschermakschen Mischungsgesetz. Vgl. auch bei Labradorit.

Physikalische Eigenschaften.

Glasglanz, manchmal perlmutterartig. Wenig durchsichtig. Farblos, weiß, auch grau, grünlich, gelblich und fleischrot.

Spaltbar vollkommen nach (001), weniger nach (010). Härte über 5—6. Dichte nach der chemischen Zusammensetzung schwankend, ungefähr 2,65—2,69.

Die Tabelle der Winkel der optischen Achsen geben A. Des Cloizeaux.[1]) und F. Fouqué. Siehe auch Fr. Becke, Bd. II, Abt. 1 und F. Becke u. M. Goldschlag, Sitzber. Wiener Ak. **127**, 493 (1918).

Am Andesin von Roche Sauve, Privas, Ardèche bestimmten A. Michel-Lévy und A. Lacroix[2]) für Na-Licht folgende Brechungsquotienten:

$$N_\alpha = 1{,}549, \qquad N_\beta = 1{,}553, \qquad N_\gamma = 1{,}556.$$

Die Dichte dieses Andesins liegt zwischen 2,655 und 2,660.

Chemische Eigenschaften.

Durch konzentrierte Säuren nur unvollkommen zersetzbar. Vor dem Lötrohr in dünnen Splittern schmelzbar. Die Schmelzpunktsbestimmungen siehe Bd. I, S. 662.

---

[1]) A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **7**, 254 (1884). — F. Fouqué, Ebenda **17**, 424 (1894).

[2]) A. Michel-Lévy und A. Lacroix, C. R. **61**, 846 (1890).

Umwandlung des Andesins.

Das erste Stadium der Verwitterung besteht in der Aufnahme der Kohlensäure. Dies zeigen folgende Analysen:

	1.	2.	3.
Na_2O	5,47	5,10	4,02
K_2O	0,12	0,14	0,20
MgO	0,39	0,51	1,68
CaO	7,53	15,02	6,98
FeO	—	—	1,08
Al_2O_3	28,05	24,78	26,69
SiO_2	57,01	52,40	53,92
H_2O	1,43	2,05	1,40
CO_2	—	—	2,93
	100,00	100,00	99,90

1. Feldspat aus dem Porphyre bleu, quarzfrei vom Esterelgebirge. Die Analyse des unzersetzten Gesteins siehe Nr. 68, 74 u. Nr. 131. Innere halbdurchsichtige Kristalle der verwitterten Kristalle; anal. Ch. St. Claire Deville, Ann. chim. phys. **40**, 274 (1854).

2. Mattweiße, fast ganz opake äußere Masse, mit 2,60% Calciumcarbonat; anal. wie oben.

3. Mattweißer, schwach grünlicher Plagioklas aus dem Trachyt von Rothenbrunn bei Schemnitz (Ungarn). Aus dem Kohlensäuregehalt berechnen sich 6,60% Calciumcarbonat; anal. wie oben.

Die Analyse 1 zeigt nur wenig Veränderung: es ist nur der Wassergehalt bemerkenswert, jedoch fehlt Kohlensäure. In Analyse 2 hat sich bereits merklich viel Calciumcarbonat gebildet. Der Wassergehalt steigt.

Bei der dritten Analyse ist der Gehalt an Calciumcarbonat hoch.

Künstliche Umwandlung.

Versuche in dieser Hinsicht rühren von J. Lemberg[1]) her, wobei der Andesin von Pojo-skaven in Finnland verwendet wurde. Es sei aber dabei bemerkt, daß dieser dem Oligoklas nahe steht, daher ein Oligoklas-Andesin ist.

I. Einwirkung von Natriumcarbonat.

	1.	2.
Na_2O	14,12	—
K_2O	—	21,04
Al_2O_3	23,33	23,71
SiO_2	54,03	54,40
H_2O	8,52	0,85
	100,00	100,00

1. Andesin (siehe dessen Analyse S. 241, Nr. 37) mit einer Na_2CO_3-Lösung von 8% bei 210° durch 396 Stunden digeriert. Es wurde unter geringer SiO_2-Abspaltung in eckigen Körnern ausgebildeter Analcim gebildet.

2. Der Analcim des vorigen Versuches 100 Stunden lang mit Chlorkaliumlösung bei 200° behandelt. Es entstand Leucit.

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 567 (1887).

II. Behandlung mit Kaliumcarbonat.

	3.	4.	5.	6.
Na_2O	—	9,71	14,44	—
K_2O	19,13	4,10	—	21,00
Al_2O_3	21,51	22,39	24,08	24,22
SiO_2	49,85	49,92	53,35	54,17
H_2O	9,51	13,88	8,13	0,61
	100,00	100,00	100,00	100,00

3. Andesin mit einer 10%igen K_2CO_3-Lösung, welche überdies mit KCl gesättigt war, durch 983 Stunden bei 210° behandelt.

4. Das im Vorversuche erhaltene Silicat durch 17 Tage bei 200° mit NaCl-Lösung behandelt.

5. Das vorige Produkt 100 Stunden lang analcimisiert. Es bildeten sich runde Körner und sehr schlecht ausgebildete Würfel.

6. Das vorige Produkt durch 54 Stunden bei 200° mit Chlorkaliumlösung behandelt.

III. Versuche mit geschmolzenem Andesin.

	7.	8.	9.	10.
Na_2O	—	11,44	14,03	—
K_2O	18,62	1,48	—	21,23
Al_2O_3	20,49	20,71	23,21	23,66
SiO_2	48,76	49,53	54,24	54,56
H_2O	12,13	16,84	8,52	0,55
	100,00	100,00	100,00	100,00

7. Zu Glas geschmolzener Andesin bei 210° mit einer Lösung, die 10% K_2CO_3 enthielt und außerdem mit KCl gesättigt war durch 198 Stunden behandelt. Die Umwandlung war nach dieser Zeit eine völlige, das Umwandlungsprodukt ist wasserreicher als das des Andesins Nr. 3.

8. Das vorige Produkt bei 100° 18 Tage lang mit Kochsalzlösung behandelt. Die beiden Silicate sind übereinstimmend mit den Umwandlungsprodukten des geschmolzenen Analcims, des Leonhardits und Laumontits (siehe diese).

9. Das im vorigen Versuche erhaltene Produkt durch 100 Stunden analcimisiert, wobei sich runde Körner bildeten.

10. Das analcimisierte Produkt durch 60 Stunden um 200° mit Chlorkaliumlösung behandelt.

	11.	12.	13.	14.
Na_2O	—	12,00	14,17	—
K_2O	17,48	—	—	20,99
Al_2O_3	19,56	19,86	23,02	23,46
SiO_2	46,57	47,42	54,45	54,99
H_2O	16,39	20,72	8,36	0,56
	100,00	100,00	100,00	100,00

11. Geschmolzener Andesin mit 15%iger K_2CO_3-Lösung bei 200° durch $2^1/_2$ Monate behandelt.

12. Das im Vorversuche erhaltene Produkt bei 100° durch 10 Tage mit Kochsalzlösung behandelt. Beide Silicate 11 und 12 sind übereinstimmend mit den aus geschmolzenem Analcim und aus Chabasit der gestellten Verbindungen.

13. Das im Versuche 12 enthaltene Produkt durch 100 Stunden analcimisiert, wobei runde Körner entstanden.

14. Das im Versuche 13 erhaltene Produkt bei 200° durch 54 Stunden mit Chlorkaliumlösung behandelt.

Aus den Versuchen geht hervor, daß Analcim und Andesin sich nach dem Schmelzen gegen Alkalicarbonatlösung gleich verhalten.

Synthese.

Die Synthese aus Schmelzfluß gelang F. Fouqué und A. Michel-Lévy,[1] als sie im Fourquignonofen eine Mischung von Kieselsäureanhydrid, Tonerde und Calciumcarbonat, sowie Natriumcarbonat in Verhältnissen der Formel entsprechenden zusammenschmolzen.

J. Morozewicz[2]) erhielt in einer Reihe seiner Schmelzen verschiedene Plagioklase, namentlich Anorthit und Labradorit; die Bedingungen waren ähnliche wie bei den oben erwähnten Versuchen von F. Fouqué und A. Michel-Lévy.

A. Day u. E. T. Allen[3]) erhielten ihn bei ihren Darstellungen verschiedener Plagioklase.

Labradorit (mit Bytownit).

Von **C. Doelter** (Wien).

Synonyma: Labrador. Kalk-Oligoklas.
Triklin-holoedrisch: $a:b:c = 0,6377:1:(0,5)$ nach Obermayer.
Siehe auch bei E. Schmidt.[4]) $\alpha = 93^\circ 31'$; $\beta = 116^\circ 3'$; $\gamma = 89^\circ 34\frac{1}{2}'$.

Analysenzusammenstellung.

Diese erfolgt wie bisher nach dem Kalkgehalte. Gemäß der bei Oligoklas und Andesin eingehaltenen Anordnung werden die Analysen nach steigendem Kalkgehalt angeordnet. Die Abgrenzung gegen Bytownit macht einige Schwierigkeiten, da ja manche Autoren sogar beide vereinigen. Man versteht meistens unter dem Namen Bytownit jene Kalknatronfeldspate, welche dem Verhältnis Albit zu Anorthit 1 : 3 bis 1 : 6 entsprechen. Demnach sind als Labradorite[5]) im engeren Sinne zu bezeichnen die Kalknatronfeldspate, deren Verhältnis Albit zu Anorthit zwischen 1 : 1 und 1 : 3 schwankt. Natürlich ist auch die Abgrenzung gegen Andesin nicht ganz leicht, da das genannte Verhältnis sich dem von 1 : 1 nähern kann. Wir ziehen hier alle Plagioklase zusammen, die mehr Ca enthalten als dies Verhältnis 1 : 3 erfordert.

Der Labradorit ist in Gesteinen sehr verbreitet, und da viele Analysen in wenig zugänglichen geologischen Detailbeschreibungen bestimmter Gegenden enthalten sind, so ist eine Vollständigkeit in der Zusammenstellung der Analysen nicht möglich gewesen, namentlich wenn die betreffenden Analysen nicht in den gangbaren Referier-Zeitschriften erschienen sind.

Labradorite mit weniger als 6 % CaO.

Theoretisch können solche Analysen keine von reinen, unzersetzten Labradoriten sein, sie müßten als Andesine bezeichnet werden. Dem Wassergehalt nach und dem Gehalt an Eisenoxyd, Magnesia zu schließen, handelt es sich hier um zersetzte, unreine Labradorite.

[1]) F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, Synthèse des Min. et roches 1882, 139.
[2]) J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. 18, 105 (1898/99).
[3]) A. Day u. E. T. Allen, Z. f. phys. Chemie **54**, 1 (1906).
[4]) E. Schmidt, Chem. d. Erde I, 351 (1919).
[5]) Hier werden die Bytownitanalysen im Anschluß an die Labradoritanalysen gebracht.

	1.	2.	3.
δ	2,771	—	2,719
Na_2O	4,85	—	5,29
K_2O	4,45	—	4,58
MgO	1,96	—	—
CaO	4,25	4,64	5,89
MnO	0,60	—	0,30
Al_2O_3	30,07	32,00	27,39
Fe_2O_3	0,70	1,50	1,24
SiO_2	49,32	48,83	52,89
H_2O	3,15	—	2,28
	99,35		99,86

1. Vosgit (nach A. Delesse) von Haut-Rovillers (Vogesen), aus Labradorporphyr; anal. A. Delesse, Ann. mines (1847) 195 u. 283.
2. Vosgit von Tenuay (Vogesen); anal. wie oben.
3. Belfahy bei Lure (Vogesen); anal. wie oben.

Analysen mit 6—7% CaO.

Auch für diese Analysen gilt das oben Gesagte, es sind solche von zersetzten, unreinen Labradoriten.

	4.	5.
Na_2O	4,12	4,83
K_2O	2,80	3,03
MgO	1,51	1,48
CaO	6,37	6,86
Al_2O_3	28,66	24,24
Fe_2O_3	1,00	1,11
SiO_2	53,05	55,23
H_2O	2,40	3,05
	99,91	99,83

4. Grünlichweiße Lamellen aus Diorit von Pont-Jean (Vogesen); anal. wie oben.
5. Aus Gabbro von Pont-Jean (Vogesen), graulichweiße Kristalle; anal. wie oben.

Hier sei noch die Analyse eines als Labradorit bezeichneten Feldspats zugefügt, welcher jedoch sehr unrein und auch verwittert ist. Aus diesem Grunde dürfte auch der Kalkgehalt so niedrig sein.

	6.
Na_2O	3,70
K_2O	2,25
MgO	4,24
CaO	3,62
MnO	Spur
Al_2O_3	28,09
Fe_2O_3	2,88
SiO_2	53,82
H_2O	2,00
	100,60

6. Von den Glenifler Hills, südlich Paisley. Aus der Grafschaft Renfrewshire (Schottl.); anal. R. S. Houston, Trans. geol. soc. Glasgow 12, 354 (1906).

Analysen mit 7—8% CaO.

	7.	8.
δ	2,690	—
Na_2O	4,09	6,02
K_2O	3,56	1,40
MgO	—	0,14
CaO	7,03	8,00
FeO	1,29	—
Al_2O_3	27,57	25,98
Fe_2O_3	—	0,27
SiO_2	55,83	57,46
H_2O	—	0,73
	99,37	100,00

7. Von der Nordseite des Monzoni aus einer Hornblendegrundmasse, bis 2 cm große Kristalle; anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 364 (1875).

8. Aus einem Kalkbruch bei Illo, bei Kimito (Finnl.); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **22**, 337 (1870).

Analysen mit 8—9% CaO.

Während die Zahl der Analysen unter 8% Kalkgehalt sehr klein ist, da es sich um anormale Fälle handelt, kommen wir jetzt zu den eigentlichen Labradoritanalysen.

	9.	10.	11.	12.
δ	2,8835	—	—	—
Na_2O	3,52	2,11	4,25	5,82
K_2O	3,40	0,12	1,28	1,22
MgO	1,01	—	—	—
CaO	8,02	8,05	8,13	8,27
Al_2O_3	27,31	25,50	28,31	27,19
Fe_2O_3	1,03	5,33	—	—
SiO_2	53,20	54,44	57,38	58,29
H_2O	2,51	3,65	1,60*)	—
	100,00	99,20	100,95	100,79

9. Aus porfido verde antico zwischen Lebetsova und Marathonisi in Lakonien (Griechenland); anal. A. Delesse, Ann. mines **12**, 256 (1847).

10. Aus Diabasporphyrit vom Huttal bei Claustal, grosse, etwas verwitterte Kristalle; anal. Metzger bei F. A. Roemer, N. JB. Min. etc. 1850, 683. Großer Eisengehalt.

11. Aus grauem Andesit vom Tarcsi Vrh bei Schemnitz, nördlich von Illia; anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1869, 12. *) Glühverlust.

12. Aus der Asche des Krakataua; anal. F. Retgers, Z. Kryst. **11**, 415.

	13.	14.	15.	16.	17.
δ	2,649	—	2,699	2,729	—
Na_2O	6,25	6,13	4,98	2,56	8,11
K_2O	—	0,65	1,46	Spur	0,67
MgO	—	—	0,43	0,36	Spur
CaO	8,48	8,55	8,61	8,82	8,57
Al_2O_3	26,15	27,01	26,67	23,32	27,01
Fe_2O_3	0,60	—	3,47	2,40	0,17
SiO_2	57,75	57,36	53,67	61,22	56,36
H_2O	—	0,30	0,91	—	—
	99,23	100,00	100,20	98,68	100,89

13. Von der Eisensteingrube von Ojamo in Lojo (Finnl.), farbenspielend; anal. Bonsdorff u. Laurell, Vet. Ak. Handl. Stockholm.

Würde eigentlich dem Kieselsäuregehalt nach zum Andesin gehören. G. vom Rath berichtigte bei dieser und der Analyse von demselben Fundort mit höherem Kalkgehalt (siehe Nr. 38) den Kieselsäuregehalt, welcher richtig 55,69% ist (siehe N. JB. Min etc. 1876, 711). A. Des Cloizeaux bestimmte ihn optisch als Labrador. Siehe darüber C. Hintze, Min. II, 1521.

14. Von Labrador, Farbenspiel zeigend; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 645 (1888).

15. Aus nordischem Geschiebe bei Berlin, rauchgrau; anal. W. Sartorius v. Waltershausen, Vulk. Gest. Islands **22** (1853). (Viel Eisen!)

16. J. Forchhammers Hafnefjordit, aus doleritischer Lava vom Hafnefjord, Island; anal. J. Forchhammer, Ov. Dansk Vidensk, Selsk. Förhandl. 1842, 43. — J. J. Berzelius, Jahresber. **23**, 263 (1843). — Vgl. auch die Analyse von G. vom Rath, Nr. 33, welche einen viel höheren Kalkgehalt ergibt.

17. Aus Essexit von Big Tumber Creek, Crazy Mountains, Montana, nach H. Rosenbusch, Elemente d. Gesteinslehre 1910, 193.

Analysen mit 9—10% CaO.

	18.	19.	20.
δ	2,80	—	—
Na_2O	7,60	5,43	5,97
K_2O	—	0,92	0,57
MgO	0,40	0,25	—
CaO	9,06	9,14	9,29
Al_2O_3	29,65	26,89	27,81
Fe_2O_3	3,57	0,71	—
SiO_2	47,57	56,12	56,00
H_2O	1,98	0,54	—
	99,83	100,00	99,64

18. Bytownit von Ottawa (Canada); anal. J. Thomson, nach C. Hintze, Miner. II, 1524.

19. Fleischfarben mit schönem Farbenspiel von Helsingfors (Finnland); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **22**, 337 (1870). Siehe auch die Umwandlungsprodukte S. 283.

20. Aus dem Übergangsgestein zu Norit von der Mündung des Val Scala, Veltlin; anal. O. Hecker, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **17**, 343 (1903).

Der Verfasser berechnet daraus 46,07% Anorthit und 53,84% Albit.

	21.	22.	23.	24.	25.	26.
δ	—	—	2,608	2,657	2,72	2,702
Na_2O	4,65	5,10	4,48	5,62	5,63	5,08
K_2O	0,89	—	2,51	—	1,10	0,08
MgO	0,55	—	—	—	0,37	0,79
CaO	9,15	9,40	9,41	9,42	9,44	9,45
Al_2O_3	25,45	27,90	28,99	0,44	29,42	29,92
Fe_2O_3	1,40	—	—	24,88	2,90	0,35
SiO_2	57,50	58,10	55,51	4,89	51,39	35,12
H_2O	0,45*)	—	—	53,41	0,71	—
	100,04	100,50	100,90	98,66	100,96	100,79

21. Aus Augitdiorit von der hinteren Kisowa bei Schemnitz (Ungarn); anal. C. v. John, J. k. k. geol. R.A. **38**, 350 (1888). *) Glühverlust.

22. Angeblich von Labrador. Weiß, undurchsichtig; anal. Oudemans, Journ. prakt. Chem. **106**, 56 (1869).

23. Aus losen Blöcken vom Piano Monzoni, aus Olivin-Diallag-Gabbro; anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 360 (1875).

24. Aus Melaphyr bei den Mombächler Höfen zwischen Baumholder und Grumbach bei St. Wendel (Rheinpreußen); anal. E. E. Schmid, Pogg. Ann. **119**, 188 (1863). Hoher Eisengehalt.

25. Aus Norit von Hitterö; anal. Waage, Förh. Vid. Christiania, 1861, 177.

26. Von Santorin, Georgios I, aus Hypersthen an der Lava von 1866; nach H. Rosenbusch, Elemente d. Gesteinslehre 1900, 372.

	27.	28.	29.	30.	31.
δ	2,714	—	2,646	2,841	—
Na_2O . . .	4,10	5,10	1,25	5,73	4,59
K_2O . . .	0,22	0,90	7,53	1,64	1,51
MgO . . .	1,74	0,20	0,47	1,30	0,92
CaO . . .	9,49	9,50	9,58	9,68	9,68
MnO . . .	0,89	—	—	—	—
Al_2O_3 . . .	26,46	34,00	27,06	22,12	26,43
Fe_2O_3 . . .	1,60	2,40	0,99	4,28	2,85
SiO_2 . . .	53,48	47,90	53,75	55,45	53,19
H_2O . . .	0,42	—	0,62	—	0,73
	98,40	100,00	101,25	100,20	99,90

27. Vollkommen ausgebildete Kristalle aus vulkanischem Sand vom Val de Bove bei Monte Calanna (Ätna); anal. H. Abich, Pogg. Ann. **50**, 347 (1840).

28. Vom Vesuv, aus Lava, weiße, glasige Kristalle; anal. Laurent u. Holms, Ann. chim. phys. 1835, 332; N. JB. Min. etc. 1836, 371. (Ganz abnorme Zusammensetzung!)

29. Von Labrador, farbenspielend; anal. W. Sartorius v. Waltershausen, Vulk. Gest. Islands, S. 953.

30. Aus Gabbro von Marmorera, Oberhalbstein (Graubünden); anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **9**, 246 (1837).

31. Durchsichtige große Zwillinge aus Porphyrit-Mandelstein zwischen Bervie und Katterline, Kinkardineshire (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinb. **28**, 127 (1877); Z. Kryst. **2**, 658 (1878).

	32.	33.	34.	35.	36.	37.
δ	2,695	2,698	2,690	2,690	—	—
Na_2O	5,70	5,00	6,97	5,27	5,05	5,02
K_2O	—	0,30	0,55	0,69	0,43	2,71
MgO	0,20	—	—	—	—	—
CaO	9,70	9,70	9,60	9,84	9,85	9,85
Al_2O_3	29,40	29,30	26,90	28,15	28,41	29,88
Fe_2O_3	0,50	—	—	—	—	—
SiO_2	55,40	55,90	55,61	55,93	55,93	53,01
H_2O	—	—	0,35	—	—	1,31*)
	100,90	100,20	99,98	99,88	99,67	101,78

32. Aus dunkler Lava bei Santa Lucia, auf Pico (Azoren); anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 324 (1894).

33. Aus Lava vom Jahre 1720, weiße, halbdurchsichtige Kristalle, bei Santa Lucia, Pico; anal. wie oben.

34. Von der Cullakenee Mine, Clay Co. (N. Carolina); anal. Jarden bei F. A. Genth, Miner. N.-Carolina 1891, **54**.

35. Aus Hornblende-Andesit vom Nordabhang des Rotundo, Siebenbürg. Erzgeb.; anal. C. Doelter, Tsch. min. Mit. 1874, 15.

36. Weiße, glasige Kristalle von der Piatra Poienitza (Siebenbürg. Erzgebirge); anal. wie oben.

37. Aus Andesit, verwittert, vom Tarcsi Vrh., nördl. Illia bei Schemnitz; anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1869, 50. *) Glühverlust.

	38.	39.	40.
δ	—	—	2,6905
Na_2O	5,50	4,50	5,01
K_2O	—	1,23	0,28
MgO	—	0,74	—
CaO	9,87	9,88	9,95
FeO	—	0,56	—
Al_2O_3	26,00	26,50	28,93
Fe_2O_3	0,67	0,76	—
SiO_2	57,69	54,62	55,22
H_2O	—	0,91	—
	99,73	99,70	99,39

38. Aus der Eisensteingrube von Ojamo bei Lojo (Finnl.); anal. Bonsdorff u. Laurell, Vet. Ak. Handl. Stockholm 1876, 169. Zuerst als Andesin bezeichnet. Von G. vom Rath nach neuer Bestimmung des Kieselsäuregehaltes 55,83% statt 57,69 richtig gestellt: N. JB. Min. etc. 1876, 711.

39. Aus Norit vom Mount Marcy, Airondachregion (N. York), gelb bis braun, kleinkörnig; anal. A. Leeds, Am. chem. Journ. 1877; Z. Kryst. **2**, 642 (1878).

40. Etwas rötlich-weiße tafelige Kristalle, aus quarzführendem Andesit von der Szuligata (Siebenb. Erzgeb.); anal. C. Doelter, Tsch. min. Mit. 1874, 15; Beil. J. k. k. geol. R.A. **24**.

Analysen mit 10—11% CaO.

	41.	42.	43.	44.	45.
δ	2,691	—	2,666	2,697	2,674
Na_2O	5,00	4,65	6,41	5,00	6,43
K_2O	0,62	0,99	0,57	0,40	2,11
MgO	—	—	0,05	0,10	0,41
CaO	10,10	10,10	10,09	10,10	10,14
MnO	—	—	—	—	0,76
Al_2O_3	29,09	28,11	29,48	27,50	26,76
Fe_2O_3	—	—	—	0,70	1,82
SiO_2	54,76	56,05	56,04	56,00	51,31
H_2O	—	—	—	—	0,68
	99,57	99,90	102,64	99,80	100,42

41. Weiß, glasglänzend, aus dem quarzführenden Andesit vom Zuckerhut bei Nagyag (Siebenbürgen); anal. C. Doelter, Tsch. min. Mit. 1874, 15; wie Analyse **40**.

42. Milchweiß, aus Dacit von Kisbánya (Siebenbürgen); anal. wie oben.

43. Aus Enstatitporphyrit von den Cheviot Hills (Engl.); anal. J. Petersen, Z. Kryst. **11**, 69 (1886).

44. Von Labrador, farbenschillernd; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **50**, 586 (1864).

45. Von Kildrummy (Aberdeenshire, Schottl.), aus losen Blöcken; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinb. **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 658 (1878).

	46.	47.	48.	49.	50.
δ	—	2,686	2,650	2,721	2,628
Na_2O . . .	5,35	5,61	4,70	5,54	3,97
K_2O. . . .	0,07	0,44	1,43	1,02	0,51
MgO . . .	0,06	—	—	—	1,64
CaO . . .	10,25	10,26	10,30	10,32	10,34
FeO	—	1,75	—	—	—
Al_2O_3 . . .	29,30	27,01	26,66	28,18	26,13
Fe_2O_3 . . .	0,60	—	—	1,21	2,87
SiO_2 . . .	54,90	57,01	55,68	53,67	53,33
H_2O . . .	—	—	1,23	—	0,84
	100,53	102,08	100,00	99,94	100,22*)

46. Aus der Kraterhöhlung am Nordfuße des Vulkankegels auf Pico (Azoren), aus Lapilli; anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. 17, 324 (1894). Siehe auch Analyse Nr. 32, 33, 101 und Nr. 128 u. 148 desselben Forschers.

47. Aus Hornblende-Andesit vom Mt. Hood (N. Amer.); anal. P. Jannasch bei P. Jannasch u. S. Kloos, Tsch. Min. Mit. 3, 109 (1881).

48. Aus Trachyt des Monte Amiata (Ital.); anal. G. H. Williams, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 5, 417 (1887). Vgl. auch Analysen Nr. 66.

49. Aus nordischen Geschieben bei Berlin; anal. G. A. Koenig, Z. Dtsch. geol. Ges. 20, 367 (1868).

50. Aus Ätnalava; anal. L. Ricciardi, Gazz. chim. it. 1881, 138.

	51.	52.
δ		2,70
Na_2O	5,11	nicht bestimmt
K_2O	—	0,29
CaO	10,32	9,61
MgO	—	0,28
Al_2O_3	30,15	29,70
Fe_2O_3	—	0,42
SiO_2	55,05	54,81
Glühverlust	—	0,13
		100,63

51.—52. Aus Basalt von Sandilands Mt. bei Tenterfield, N. S. Wales; anal. G. Harker, Journ. Roy. Soc. N. S. Wales 33, 193 (1899); Z. Kryst. 34, 213 (1901).

	53.	54.	55.	56.	57.
δ . . .	2,647–2,669	2,669–2,675	2,675–2,68	2,68–2,71	2,647–2,669
Na_2O . .	5,12	5,37	5,14	5,04	4,32
K_2O	1,11	1,05	0,98	1,26	1,33
MgO . .	—	—	—	—	0,08
CaO . . .	10,01	10,15	10,32	10,25	10,87
Al_2O_3 . .	28,44	28,25	28,30	28,02	29,38
Fe_2O_3, TiO_2 . .	0,41	0,34	0,30	0,42	1,05
SiO_2 . .	55,09	55,26	55,33	55,33	53,98
H_2O b. 120°	0,11	0,04	0,08	0,05	0,10
Glühverlust	0,35	0,36	0,33	0,36	0,46
	100,64	100,82	100,78	100,73	101,57

*) Außerdem noch 0,59 MnO.

53.—57. Durch Thouletsche Lösung getrennt. Von Selischtsche (Wolhynien); anal. W. Tarassenko, Naturf. Ges. Kiew **16**, 365 (1900); Z. Kryst. **36**, 183 (1902). Vgl. S. 267.

	58.	59.	60.	61.	62.
δ	2,698	2,66	—	—	2,715
Na_2O	5,17	3,27	(3,20)**)	1,91	4,81
K_2O	0,36	3,36		0,77	1,55
MgO	—	—	—	0,12	0,78
CaO	10,33	10,53	10,49	10,50	10,57
Al_2O_3	27,33	30,65	30,49	28,59	27,31
Fe_2O_3	1,38	—	—	0,52	1,71
SiO_2	56,18	50,40	55,07	55,76	50,31
H_2O	—	1,69*)	0,75	0,42	2,20
	100,75	99,90	100,00	98,59	99,24

58. Von Labrador, farbenspielend; anal. C. Klement, Tsch. min. Mit. **1**, 366 (1877).

59. Aus Amphibol-Andesit von Visegrad a. d. Donau zwischen Pest und Gran; anal. A. Koch bei G. vom Rath, Mon.-Ber. Berl. Ak. 1876, 169; N. JB. Min. etc. 1876, 711. (Hoher Kaligehalt!) *) Glühverlust.

60. Aus grauem Andesit von Tarcsi Vrh vom südl. Abhang, nördl. Illia bei Schemnitz; anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1869, 12. **) Aus der Differenz berechnet.

61. Weißer, beinahe dichter Labradorfels von Fröningen am Lädarsfjord; anal. Th. Kjerulf, N. JB. Min. etc. 1862, 144.

62. Aus Gabbro von Neurode (Schlesien), bläulichgrau, glasglänzend; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **5**, 538 (1855).

	63.	64.	65.	66.	67.
Na_2O	5,83*)	5,05	5,13	5,61	4,95
K_2O		0,49	0,53	1,26	1,02
MgO	—	0,18	—	—	—
CaO	10,70	10,60	10,60	10,65	10,69
Al_2O_3	28,93	27,89	27,76	28,09	28,72
Fe_2O_3	—	0,31	0,69	—	—
SiO_2	54,54	54,67	54,75	55,04	53,74
H_2O	—	—	0,56	0,50	1,36**)
	100,00	99,19	100,02	101,15	100,48

63. Milchweiße, glänzende Kristalle aus schwarzem Quarz-Andesit vom Südabhang des Hajto bei Nagyag (Siebenbürgen); anal. C. Doelter, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1874, 15. *) Aus der Differenz berechnet.

64. Farblose Kristalle aus Grünstein von Campsie (Stirlingshire, Schottl.); anal. Lehunt, Edinb. N. Phil. Journ. 1832, 86.

65. Von Labrador, farbenschillernd; anal. L. S. Penfield, Am. Journ. **34**, 390 (1887).

66. Aus Trachyt vom Monte Amiata (Ital.); anal. G. H. Williams, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **5**, 417 (1887).

67. Von Déva (Siebenbürgen); anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 58. **) Glühverlust.

	68.	69.	70.	71.
δ	—	2,72	—	2,831
Na_2O	8,74	4,37	4,33	3,48
K_2O	1,11	0,92	0,19	1,61
MgO	—	0,69	0,40	0,54
CaO	10,74	10,80	10,87	10,85
FeO	—	0,66	—	—
MnO	—	—	—	0,91
Al_2O_3	28,37	26,45	27,75	28,96
Fe_2O_3	—	1,30	1,14	0,15
SiO_2	51,03	54,47	53,60	52,41
H_2O	—	0,53	—	0,93
	99,99	100,19	98,28	99,84

68. Kristalle aus der Asche des Krakataua; anal. A. Sauer, Naturf. Ges. Leipzig, 13. Nov. 1883 (nach C. Hintze, Min. II, 1522). Ungewöhnlich viel Natron!
69. Farbenspielende große Spaltstücke vom Mont Marcy (N. York); anal. A. Leeds, Amer. Chemists, März 1877; Z. Kryst. **2**, 642 (1878).
70. Aus dem Basalt von Skagastrond (Island); anal. R. Bréon, aus Dolerit, Thèse Paris, 1884; Z. Kryst. **11**, 414 (1886).
71. Graue Kristalle vom Hafen Portsoy (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinb. **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 658 (1878); vgl. auch Analyse Nr. 112.

	72.	73.	74.	75.	76.
δ	2,685	2,771	—	2,694	—
Na_2O	6,21	4,36	3,96	5,09	4,76
K_2O	1,18	1,15	0,36	0,71	0,23
MgO	—	—	0,15	—	—
CaO	10,95	10,96	10,93	10,92	11,00
Al_2O_3	28,28	29,68	26,83	28,89	29,99
Fe_2O_3	—	—	1,60	—	1,41
SiO_2	52,78	53,61	55,49	55,64	50,63
H_2O	0,60	0,65	0,51	—	0,99
	100,00	100,41	99,83	101,25	99,01

72. Vom Monte Amiata (Italien); anal. G. H. Williams, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **4**, 417 (1887). Vgl. auch Analyse Nr. 48 u. 66.
73. Aus Olivindiabas vom Tannebergstal im Vogtland (Sachsen); anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **144**, 251 (1871).
74. Von Kamenoi Brod bei Kiew, Volhynien; anal. Segeth, Bull. soc. min. St. Petersburg **7**, 25 (1840); Journ. prakt. Chem. **20**, 253 (1840). Vgl. auch die Analysen von demselben Fundort Nr. 111.
75. Aus hauynführender Lava von Palma (Canaren); anal. G. vom Rath, N. JB. Min. etc. 1875, 397; Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 322 (1875).
76. Aus Gabbro von Elba; anal. A. Cossa, Z. Kryst. **4**, 640 (1880).

	77.	78.	79.	80.	81.
δ	2,709	2,705	2,708	—	2,75
Na_2O	4,68	4,61	5,25	5,31*) (Na₂O + K₂O)	3,63
K_2O	0,83	3,52	2,59		0,33
MgO	—	0,41	0,07	—	0,70
CaO	11,01	11,03	11,02	11,11	11,12
Al_2O_3	28,75	28,02	26,70	30,35	29,89
Fe_2O_3	1,73	0,34	0,25	Spur	—
SiO_2	53,77	47,44	49,33	53,23	54,25
H_2O	—	5,20	4,85	—	—
	100,77	100,57	100,06	100,00	99,92

77. Aus Hornblende-Labradorgestein von Turdojak (Ural); anal. G. A. Koenig, Z. Dtsch. geol. Ges. **20**, 372 (1868).

78. Von Balvraid, Glenelk, Inverneshire (Schottl.), zuckerkörnig; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinbg. **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 658 (1878). Offenbar zersetzt.

79. Faserig und blätterig von ebenda; anal. wie oben.

80. Aus Hornblende-Andesit von der Rusiniasa (Siebenbürg. Erzgeb.); anal. C. Doelter, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1874, 15. *) Aus der Differenz berechnet.

81. Aus Trachydolerit des Zentralkegels der Soufrière auf Guadeloupe, weiße Kristalle; anal. St. Claire Deville, Z. Dtsch. geol. Ges. **5**, 695 (1853).

	82.	83.	84.	85.	86.
δ	—	—	—	2,674	—
Na_2O	4,07	4,95	4,81	2,56	3,22
K_2O	1,83	1,01	0,63	2,18	0,43
MgO	0,16	—	—	0,59	0,61
CaO	11,14	10,45	11,16	11,17	11,17
Al_2O_3	28,41	28,29	29,36	28,33	29,16
Fe_2O_3	—	—	—	3,05	2,22
SiO_2	53,65	55,30	54,36	50,59	51,90
H_2O	1,73*)	—	0,22	1,42	—
	100,99		100,54	99,89	98,71

82. Aus dem Dacit vom Colzu Csoranuluj bei Offenbánya (Siebenbürgen); anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 352. *) Glühverlust.

83. Aus der Grundmasse des Norits von Napp, Flakstadö, Lofoten; anal. J. H. L. Vogt, Z. anorg. Chem. **71**, 138 (1911). Vgl. Anal. 139.

84. Farbenspielend, von Labrador; anal. P. Jannasch, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **24**, 277 (1888); **40**, 645 (1888); siehe auch von demselben Autor Analyse Nr. 95, 96 u. 100.

85. Schneeweiß, feinkörnig, zusammen mit schwarzer Hornblende, von Glen Bucket (Nordseite), Schottl.; anal. F. Heddle, wie Analyse Nr. 78.

86. Aus Basaltgang zwischen Bolungarvik und Huifsdalr (Island); anal. R. Bréon, Thèse Paris 1884; Z. Kryst. **11**, 414 (1886).

Labradorite mit 11—12% CaO.

	87.	88.	89.	90.	91.
Na_2O	4,03	3,22	4,58	1,37	4,04
K_2O	2,90	1,09	—	Spur	0,24
MgO	—	1,18	—	0,51	0,56
CaO	11,17	11,14	11,14	11,14	11,18
FeO	—	—	—	—	0,85
Al_2O_3	27,65	26,02	28,40	29,19	29,65
Fe_2O_3	1,40	4,63	—	1,31	—
SiO_2	51,23	53,49	55,88	56,21	49,73
H_2O	1,62	—	—	—	3,75
	100,00	100,77	100,00	99,73	100,00

87. Aus Monzonit in der Nähe des Kalksteins vom Canzocoli bei Predazzo; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 188 (1875).

88. Aus dem Basalt des Küstenriffs von Stigahlid (Island); anal. R. Bréon, wie Analyse Nr. 86. (Viel Eisen!)

89. Aus dunklem, feinkörnigem Diabas südl. vom Darbytunnel, 7 Meilen von Philadelphia (Penns.); anal. G. A. Koenig, Z. Kryst. **17**, 90 (1890).

90. Farbenschillernd von Labrador; anal. Oudemans, Journ. prakt. Chem. **106**, 56 (1869). Ungewöhnlich kleiner Alkaliengehalt.

91. Aus Gabbro vom Mont Genèvre (Hautes Alpes); anal. A. Delesse, N. JB. Min. etc. 1850, 675.

	92.	93.	94.	95.	96.
δ	—	2,684–2,695	2,688	—	—
Na_2O . . .	4,00	*)	5,00	4,76	4,76
K_2O	—	*)	1,34	0,43	0,43
MgO . . .	—	0,15	0,20	0,05	0,05
CaO . . .	11,25	11,25	11,20	1,50	—
FeO	—	—	—	11,20	11,20
Al_2O_3 . . .	30,50	29,10	26,96	27,82	29,49
Fe_2O_3 . . .	1,75	1,10	1,43	—	—
SiO_2 . . .	51,00	54,20	53,82	54,09	54,09
H_2O	1,25	0,40	—	0,19	0,19
	99,75	—	99,95	100,04	100,21

92. Aus Labradorit-Amphibolschiefer von Siebenlehn (Sachsen); anal. K. Dalmer u. E. Dathe, Geol. Karte Sachsens, Sekt. Roßwein 1887.

93. Blau, farbenspielend, von St. Jermôme, bei Morin (Canada); anal. T. Sterry Hunt, Phil. Mag. **1**, 332 u. Journ. prakt. Chem. **66**, 151 (1855). *) Nicht bestimmt.

94. Violette bis graue Kristalle von Linderödas zwischen Lund und Christianstadt (Schweden); anal. C. W. Blomstrand, Öfv. af Ak. Förh. Stockholm 1854, 296 und Journ. prakt. Chem. **66**, 158 (1855).

95. u. 96. Beide farbenspielend von Labrador; anal. P. Jannasch, Die erste Analyse N. JB. Min. etc. 1884, II, 42, die zweite Analyse Ber. Dtsch. Chem. Ges. **24**, 177 (1891).

	97.	98.	99.	100.	101.
δ	2,700	2,78	—	—	2,705
Na_2O . . .	4,62	4,28	6,79	4,87	5,10
K_2O . . .	0,42	0,30	0,61	0,48	0,10
MgO . . .	—	1,20	1,01	—	0,10
CaO . . .	11,23	11,30	11,29	11,26	11,40
Al_2O_3 . . .	28,68	29,40	28,92	29,29	30,10
Fe_2O_3 . . .	1,03	1,30	1,52	—	—
SiO_2 . . .	54,55	52,90	48,88	54,26	53,30
H_2O . . .	—	0,43	—	0,22	—
	100,53	101,11	99,02	100,38	100,10

97. Von Kamenoi Brod bei Kiew; anal. M. Schuster, Tsch. min. Mit. **1**, 367 (1878).

98. Von Arvieu (Aveyron); anal. F. Pisani, C. R. **86**, 1418 (1878).

99. Aus Feldspatbasalt isoliert vom Picostal (Capverden); anal. C. Doelter, Vulk. d. Capverden Graz 1882: Z. Kryst. **8**, 414 (1882).

100. Von Labrador, farbenschillernd; anal. P. Jannasch, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **24**, 277 (1894); vgl. auch die Analysen desselben Forschers Nr. 95 u. 96.

101. Auf S. Jorge bei Vellas (Azoren) aus Basaltlava; anal F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 324 (1894).

	102.	103.	104.	105.	106.	107.
δ	—	2,698	2,66	2,707	2,707	—
Na_2O	4,83	4,50	3,14	4,09	4,50	2,44
K_2O	0,32	0,30	2,09	0,41	1,13	0,23
MgO	—	—	0,28	—	—	—
CaO	11,40	11,40	11,29	11,40	11,42	11,42
Al_2O_3 . . .	25,41	29,30	29,51	30,30	29,71	29,80
Fe_2O_3 . . .	2,73	—	—	—	Spur	0,36
SiO_2	55,59	54,50	51,00	53,01	54,19	54,70
H_2O	—	—	2,48	—	—	0,40
	100,28	100,50	99,79	99,21	100,95	99,35

102. Farbenspielend von Labrador; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie 1875, 562.

103. Aus Lapilli von La Besseyre (Haute Loire), tafelige große Kristalle; anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 334 (1894).

104. Aus Gabbro von der Baste (Harz); anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **11**, 101 (1859).

105. Vom Schloßberg bei Déva (Siebenb.); anal. C. Doelter, Tsch. Min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1874, 15.

106. Milchweiß aus Quarz-Andesit zwischen Haitó und Sarkó (Siebenb.); anal. C. Doelter, Tsch. Min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1874, 16.

107. Von Drummond, West-Canada, lavendelblau, farbenspielend; anal. T. Sterry Hunt, Phil. Mag. **1**, 332 (1851); Journ. prakt. Chem. **66**, 151 (1851).

	108.	109.	110.	111.
δ	—	—	—	2,6962
Na_2O	4,33	4,87	3,48	4,41
K_2O	0,68	0,40	0,41	0,71
MgO	0,11	0,13	1,92	0,17
CaO	11,33	11,40	11,70	11,37
FeO	0,15	0,23	nicht	bestimmt
Al_2O_3	29,77	29,03	27,00	29,24
Fe_2O_3	0,33	0,55	3,19	0,33
SiO_2	53,45	53,30	51,18	53,85
H_2O bei 100° / H_2O über 100° .	0,23	0,23	1,19	0,25
TiO_2	Spur	Spur	—	0,24
	100,38	100,14 [1]	100,24 [2]	100,57

108. Aus Gabbro von Duluth and Iron Range Railrood; anal. W. F. Hillebrand bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S., Nr. 419, 259 (1910).

109. Aus Gabbro, Ashlund County, Wisconsin; anal. wie oben.

110. Aus Diabas, Michigan; anal. T. M. Chatard bei C. R. van Hise, siehe F. W. Clarke, wie oben.

111. Von Kamenoi Brod bei Kiew; anal. R. Görgey bei L. Großpietsch, Tsch. min. Mit. **33**, 26 (1914). Siehe auch die Analyse von M. Schuster, Nr. 97. Der Analytiker berechnet die Formel: $Ab_{39,5}An_{56,3}Or_{4,2}$.

[1]) Spur von SrO in BaO.
[2]) MnO 0,17 %.

	112.	113.	114.	115.	116.
δ	2,672	3,73–2,74	2,70–2,72	—	2,790
Na_2O . . .	4,21	4,24	4,88	4,67	3,44
K_2O . . .	0,64	0,71	0,18	0,77	0,90
MgO . . .	0,61	0,72	0,54	0,28	—
CaO	11,44	11,48	11,54	11,55	11,58
Al_2O_3 . . .	29,85	26,80	27,14	29,65	26,47
Fe_2O_3 . . .	0,13	1,35	1,84	0,20	1,64
SiO_2	53,03	53,10	54,20	53,50	53,68
H_2O	0,42	0,60	—	0,75	—
	100,33	99,00	100,32	101,37	100,60[1])

112. Derb, Saussurit ähnlich, von Portsoy in Banffshire (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinb. **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 658 (1878).

113. Gelbliche Körner aus Dolerit von Montarville (Canada); anal. T. Sterry Hunt, Am. Journ. **38**, 177 (1864).

114. Farblose, tafelige Kristalle in verwitterter, palagonitischer Masse von Londorf (Hessen); anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1888, II, 213.

115. Aus Gabbro von Jablanica (Narentatal, Herzegowina); anal. K. v. John, J. k. k. geol. R.A. **38**, 345 (1888).

116. Aus nordischem Geschiebe bei Berlin, graulich bis wasserhell; anal. G. A. Koenig, Z. Dtsch. geol. Ges. **20**, 368 (1868).

	117.	118.	119.	120.	121.
δ	2,715	2,706	2,71	2,72	—
Na_2O . . .	4,52	4,80	4,01	3,90	4,37
K_2O	0,64	0,42	0,50	0,60	—
MgO . . .	0,48	—	0,15	0,16	0,53
CaO . . .	11,61	11,64	11,69	11,70	11,76
Al_2O_3 . . .	28,32	29,99	29,00	29,85	28,56
Fe_2O_3 . . .	2,44	0,51	1,95	1,00	1,00
SiO_2	52,55	52,33	52,30	52,45	55,21
H_2O	0,62	0,97	—	—	—
	101,18	100,66	99,60	99,66	101,43

117. Bläulichgrau aus grünem Gabbro von Neurode (Schlesien); anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **95**, 53.

118. Aus Kugelgabbro von Romsas in Askim (Norw.), rötlichgrau; anal. Meinich, Nyt. Mag. Nat. **24**, 125; Z. Kryst. **4**, 519 (1880).

119. Braun aus Norit von Egersund (Norw.); anal. C. Kersten, Pogg. Ann. **63**, 123 (1844).

120. Von ebenda, grau mit Farbenspiel; anal. wie oben.

121. Aus Dacit im Nordosten des Goldbergwerks von Vöröspatak (Siebenb.); anal. L. Sipöcz bei G. Tschermak, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1874, 269. Siehe auch die Analyse der Pseudomorphosen von ebenda, S. 283.

[1]) Außerdem 2,89% Quarzbeimengung.

	122.	123.	124.	125.	126.
δ . .	2,669–2,68	2,68–2,692	2,692–2,697	2,697–2,698	2,71–2,756
Na_2O . . .	4,55	4,56	4,60	4,42	4,62
K_2O . . .	0,92	0,87	0,91	0,89	0,71
MgO . . .	0,09	0,09	0,06	0,09	0,24
CaO . . .	11,16	11,52	11,68	11,86	11,83
Al_2O_3 . . .	28,94	29,32	29,27	29,37	28,81
Fe_2O_3, TiO_2 . .	0,68	0,81	0,60	0,81	2,02
SiO_2 . . .	53,97	53,93	53,44	53,10	52,34
H_2O b. 120°	0,05	0,04	0,06	0,07	0,06
Glühverlust .	0,31	0,33	0,32	0,26	0,39
	100,67	101,47	100,94	100,87	101,02

122.—126. Durch Thouletsche Lösung getrennt, von Gorodischtsche (Wolhynien); anal. W Tarassenko, Naturw. Ges. Kiew **16**, 365 (1900); Z. Kryst. **36**, 183 (1902). Vgl. S. 268.

	127.	128.	129.	130.	131.	132.
δ	2,708	2,705	—	—	2,701	—
Na_2O	3,82	3,90	4,00	3,83	1,57	4,30
K_2O	1,04	0,20	0,54	0,08	2,33	0,56
MgO	—	—	1,25	0,66	0,29	Spur
CaO	11,80	11,80	11,84	11,88	11,92	11,90
FeO	—	—	—	—	0,88	—
Al_2O_3	32,78	30,30	27,84	27,60	34,22	29,70
Fe_2O_3	—	—	3,28	1,68	—	0,21
SiO_2	50,18	54,20	51,18	55,97	44,67	53,38
H_2O	—	—	0,62	—	4,13	0,37
	99,62	100,40	100,55	101,70	100,01	100,42

127. Aus grobfaserigem Amphibolschiefer von Vier Linden bei Roßwein (Sachsen), weiß; anal. K. Dalmer bei K. Dalmer u. E. Dathe, Erl. geol. Karte Sachsens, Sekt. Roßwein.

128. Aus Lava von Capillo (Fayal), Azoren; anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 324 (1894).

129. Wasserhelle Kristalle aus Palagonit von Palagonia; anal. W. Sartorius v. Waltershausen, Vulk. Gest. Islands, 1853, 34.

130. Aus Augit-Andesit von Ihama (Japan); anal. B. Koto, Z. Kryst. **13**, 179 (1888). Hoher Kieselsäuregehalt!

131. Aus Diorit des Kyffhäusers (Harz); anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1867, 536. Abnorme Zusammensetzung.

132. Aus Anorthosit von Carlton Peak (Minnesota); anal. A. N. Winchell, Ann. Geol. **26**, 197 (1900); Z. Kryst. **36**, 71 (1902).

Analysen mit 12—13% CaO.

	133.	134.	135.	136.	137.	138.	139.
δ	2,729	—	—	—	—	2,698–2,710	—
Na_2O	4,41	5,46	4,51 (Na_2O + K_2O)	4,80	3,97	3,70	3,90
K_2O	Spur	—		0,20	0,30	0,79	1,01
MgO	0,11	—	—	—	—	0,03	—
CaO	12,01	12,01	12,04	12,22	12,10	12,13	12,26
Al_2O_3 . . .	29,64	27,87	31,68	30,60	29,97	30,17	29,84
Fe_2O_3 . . .	—	—	—	—	0,87	0,70	—
SiO_2	54,23	54,66	51,23	52,10	52,34	52,52	52,99
H_2O	—	—	0,54*)	—	—	—	—
H_2O bei 120° .	—	—	—	—	—	0,05	—
Glühverlust . .	—	—	—	—	—	0,35	—
	100,40	100,00	100,00	99,92	99,55	100,44	

133. Hafnefjordit aus „Klöftlava" vom Hafnefjord (Island); anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **144**, 253 (1871).

134. Aus nordischem Geschiebe, bei Berlin; anal. Dulk bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 564.

135. Aus dem Amphibol-Andesit von Visegrad zwischen Pest und Gran; anal. G. vom Rath, Mon.-Ber. Berl. Ak. 1876, 169; N. JB. Min. etc. 1876, 711. *) Glühverlust.

136. Aus Diallag-Olivingabbro zwischen Le Prese und Diavolo (Veltlin); anal. O. Hecker, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **17**, 313 (1903).

Der Verfasser berechnet aus der Analyse 60,65% Anorthit und 41,82% Albit.

137. Große gelbliche Kristalle aus „porphyrischem Trapp" von Milngavie zwischen Glasgow und Strathblane (Schottl.); anal. Lehunt, Edinb. N. phil. Mag. 1832, 86.

138. Von Gorodischtsche, Wolhynien; anal. W. Tarassenko, Naturw. Ges. Kiew, **16**, 365 (1900); Z. Kryst. **36**, 183 (1902). Vgl. S. 267, Analyse Nr. 122—126.

139. Aus Labradoritnorit, porphyrische Einsprenglinge, von Napp, Insel Flakstadö, Lofoten; anal. J. H. L. Vogt, Z. anorg. Chem. **71**, 138 (1911).

	140.	141.	142.	143.	144.
δ	2,704	2,703	—	2,711	2,954
Na_2O	4,30	3,88	3,80	4,82	3,86
K_2O	1,86	0,58	0,53	0,80	0,47
MgO	—	—	0,20	0,60	0,21
CaO	12,14	12,18	12,25	12,23	12,30
FeO	—	—	0,23*)	—	—
Al_2O_3	32,63	29,45	29,80	27,56	29,99
Fe_2O_3	—	0,88	0,57	1,65	0,25
SiO_2	49,26	52,68	52,61	52,08	53,14
TiO_2	—	—	Spur	—	—
H_2O	0,38	0,35	0,29	—	0,21
	100,57	100,00	100,28	99,74	100,43

140. Große Körner in grobfaserigem Amphibolschiefer von Vier Linden bei Roßwein (Sachsen), violettgraue große Körner; anal. R. Sachse, Ber. naturf. Ges. Leipzig 1883, 101.

141. Aus Gletscherschutt von Jan Mayen; anal. R. Scharizer, J. k. k. geol. R.A. 1884, 707.

142. Aus Gabbro von Minnesota, sect. 25; anal. W. F. Hillebrand bei W. S. Bayley nach F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 260 (1910). *) Spur MnO.

143. Aus Gabbro von Baumgarten bei Frankenstein (Schlesien); anal. J. Traube, Miner. Schlesiens, 1888, 129.

144. Rein weiß, von der Shetlandinsel Balta; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 658 (1878).

	145.	146.	147.	148.
δ	2,95	—	2,695	2,71
Na_2O	4,00	2,84	3,86	4,80
K_2O	0,44	0,62	1,04	0,20
MgO	0,26	0,75	1,88	—
CaO	12,43	12,33	12,44	12,50
Al_2O_3	29,64	29,82	28,02	29,40
Fe_2O_3	0,48	1,11	3,04	—
SiO_2	52,21	53,06	48,72	53,40
H_2O	0,11	—	1,00	—
	99,57	100,53	100,00	100,30

145. Von der Südseite der Shetlandinsel Balta, derb; anal. F. Heddle, wie vorige Analyse.

146. Aus grobkörnigem Melaphyr von Neuwerk bei Schmiedefeld (Thür.); anal. W. Eberhard, Inaug.-Diss. Göttingen 1855, 16; nach C. Hintze, Miner. II, 1516.
147. Vom Monte Amiata, aus dem Gestein weiß; anal. G. H. Williams, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 5, 417 (1887). SiO_2 aus der Differenz.
148. Aus Lapillikugeln bei Capello auf Fayal (Azoren); anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. 17, 324 (1894).

	149.	150.	151.	152.	153.
δ	—	—	2,715	—	—
Na_2O	4,51	3,30	3,92	3,48	4,60
K_2O	—	0,40	0,55	0,34	0,20
MgO	0,19	1,70	0,12	0,98	0,40
CaO	12,58	12,60	12,69	12,56	12,60
Al_2O_3	30,03	29,80	29,48	29,57	30,25
Fe_2O_3	1,72	1,20	0,25	1,38	—
SiO_2	52,52	49,40	50,81	52,22	52,25
H_2O	—	1,70	2,48	0,15	—
	101,55	100,10	100,30	100,68	100,30

149. Große Kristalle aus Doleritporphyr von den Faröer; anal. J. Forchhammer, Journ. prakt. Chem. 30, 385 (1843).
150. Aus Gabbro von Lizard, in der Nähe des Dorfes Coverak (Engl.); anal. J. H. Collins, Qu. Journ. geol. soc. 40, 458 (1884).
151. Bläulichgrauer großer Kristall von Loch Scavaig (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinb. 28, 197 (1877); Z. Kryst. 2, 658 (1878).
152. Aus Melaphyr zwischen Konken und Herchweiler bei Cassel (Rheinb.); anal. A. Laspeyres, Z. Kryst. 9, 193 (1884).
153. Aus Gabbro ähnlichem Diorit vom Hohen Bogen (Bayr. Wald); anal. C. W. Gümbel, Geogn. Beschr. Bayerns, II, 352 (1868).

	154.	155.	156.	157.	158.	159
δ	—	—	—	2,706	2,731	—
Na_2O	2,91	3,87	3,72	3,62	3,76	3,80
K_2O	0,28	0,50	0,53	0,85	0,17	0,38
MgO	0,63	0,38	0,10	—	0,31	0,16
CaO	12,60	12,62	12,82	12,52	12,62	12,60
MnO	Spur	—	—	—	—	—
FeO	*)	0,37	0,15	—	0,34	—
Al_2O_3	29,32	29,68	30,15	30,22	29,43	28,80
Fe_2O_3	1,23	0,32	0,47	0,40	2,71	1,45
SiO_2	51,99	51,89	52,50	52,33	50,58	52,65
TiO_2	—	—	Spur	—	—	—
H_2O bei 100°	0,03	0,07	0,25 (bei und über 100°)	0,36**)	0,35	0,80
H_2O über 100°	0,54	0,39				
	99,53	100,09	100,69	100,30	100,27	102,64

154. Aus Gabbro, Wisconsin; anal. Ch. R. van Hise bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 260 (1910). *) Nicht bestimmt.
155. Aus Gabbro von Minnesota; anal. W. F. Hillebrand bei W. S. Bayley, siehe F. W. Clarke, wie oben.
156. Aus Gabbro; anal. wie oben.
157. Aus intrusiven Gängen im Schiefer des County Down (Irland) unterhalb des Leuchtturms von St. Johns Point bei Ardgglas (Mittel aus 3 Analysen); anal. A. Hutchinson u. W. Campbell Smith, Min. Mag. 16, 267 (1912).
Die Zusammensetzung entspricht der Formel:

$$33\,NaAlSi_3O_8 \,.\, 5\,KAlSi_3O_8 \,.\, 62\,CaAl_2Si_2O_8 \,.$$

**) Glühverlust.

158. Von Pinacate (Mexico); anal. Y. S. Bouillas, Parergones Instituto geologico, Mexico, **3**, 7.

159. Aus Gabbroeinschluß im Basalt vom Kreuzberg bei Schluckenau (Böhmen); anal. C. v. John, J. k. k. geol. R.A. **52**, 41 (1902).

	160.	161.	162.	163.	164.	165.
δ	2,73	2,711	2,69	2,720	2,718	2,697
Na_2O	2,80	1,37	4,07	3,96	3,49	3,81
K_2O	0,84	1,42	1,71	Spur	0,57	0,49
MgO	0,52	0,91	0,23	—	—	—
CaO	12,71	12,78	12,76	12,83	12,98	12,96
FeO	2,03	—	—	—	—	—
Al_2O_3	30,90	28,37	28,02	31,54	31,37	29,53
Fe_2O_3	—	1,80	1,10	—	—	—
SiO_2	51,11	52,22	52,57	50,80	51,47	53,83
H_2O	0,67	0,58	0,53	0,52	—	—
	101,58	99,45	100,99	99,65	99,88	—

160. Farblose, durchsichtige Kristallkörner aus schwarzem Porphyr von Elbingerode (Harz); anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1860, 398.

161. Weiß bis schwach fleischrot von der Serra Gianicola, Val del Bove (Ätna); anal. W. Sartorius v. Waltershausen, Vulk. Gest. 1853, 34.

162. Aus Augit-Andesit von der Spitze der Halbinsel Mariveles (Luzon, Philippinen); anal. A. Schwager bei K. Oebbeke, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **1**, 471 (1881).

163. Aus Basalt der Hebrideninsel Mull (Schottl.); anal. Th. H. Holland, Min. Mag. **8**, 154 (1889).

164. Violett durchsichtig wie Amethyst, aus Gabbro von Ehrenberg, südl. Schwarzwald (Baden); anal. K. Kloos, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **3**, 34 (1885).

165. Aus dem Übergangsgestein zum Norit von der rechten Talmündung des Val di Rezzo (Veltlin); anal. O. Hecker, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **17**, 313 (1903).
Die Analyse wird auf 64,32% Anorthit und 35,24% Albit berechnet.

Labradorite mit 13—14% CaO.

	166.	167.	168.	169.	170.
δ	2,77	2,709	—	2,72	—
Na_2O	2,53	3,40	3,60 (Na₂O + K₂O)	4,12	3,68
K_2O	2,09	Spur		0,41	2,18
MgO	0,30	—	0,45	Spur	0,99
CaO	13,06	13,11	13,13	13,11	13,22
Al_2O_3	27,55	29,22	31,49	29,87	27,51
Fe_2O_3	0,15	1,90	0,33	0,47	1,08
SiO_2	50,65	52,17	51,26	52,31	52,25
H_2O	2,97	—	—	—	—
	99,30	99,80	100,26	100,29	100,91

166. Aus grokkörnigem Gabbro von Harzburg, weiß; anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1862, 936.

167. Aus zersetztem Basalt vom Berufjord (Island), tafelige, gelbliche Kristalle; anal. A. Damour, Bull. soc. géol. **7**, 88 (1850).

168. Aus Basalt von Schubha (Syrien); anal. W. Doss, Tsch. min. Mit. **7**, 477.

169. Aus Essexit der Löwenburg (Siebengeb.); anal. H. Müller, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **23**, 406 (1907).

170. Von Waterville (N. Hampshire), große grauweiße Individuen mit Hornblende; anal. E. S. Dana, Am. Journ. **3**, 48 (1872).

	171.	172.	173.	174.
δ	—	—	—	2,718
Na_2O	4,07	8,90	8,40	3,76
K_2O	0,21	—	—	0,17
MgO	Spur	—	—	—
CaO	13,19	13,30	13,50	13,59
Al_2O_3	30,05	27,00	26,50	30,84
Fe_2O_3	0,96	—	—	0,73
SiO_2	51,44	49,90	49,20	51,24
H_2O	0,35	1,50	1,50	0,24*)
	100,27	100,60	99,10	100,57

171. Aus Hypersthengabbro von Wilmington, Delaware; anal. B. T. Riggs bei A. H. Chester nach F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 259.
172. Aus Labradorporphyr von Impruneta, Toscana; anal. Fr. Stagi bei A. d'Achiardi, Miner. Tosc. II, 100 (1873).
173. Von ebenda; anal. wie oben.
174. Altar Mountains (Mexico); anal. W. E. Ford u. W. M. Bradley, Am. Journ. **30**, 151 (1910); Z. Kryst. **52**, 70 (1913). *) Glühverlust.

	175.	176.	177.	178.
δ	2,70	—	—	—
Na_2O	6,57*)	2,38	2,65	2,52
K_2O		2,55	1,21	1,20
MgO	—	0,07	0,53	0,26
CaO	13,41	13,57	13,86	13,90
FeO	—	2,08	—	—
Al_2O_3	29,00	30,22	29,62	32,33
Fe_2O_3	—	—	2,13	0,48
SiO_2	50,41	49,71	50,60	49,96
H_2O	0,61	0,24	1,22	—
	100,00	100,82	101,82	100,65

175. Aus Diabas von S. Vicente; anal. C. Doelter, Vulk. d. Capverden, 1883; Z. Kryst. **8**, 414 (1884). *) Aus der Differenz berechnet.
176. Aus schwarzem Porphyr von Rübeland (Harz); anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1860, 390; vgl. auch Analyse Nr. 160 von Elbingerode.
177. Von der Baste (Harz); anal. wie oben.
178. Aus Gabbro von den Zwartkoppies bei Pretoria (Transvaal); anal. E. Dathe, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **7**, 90 (1890).

Analysen mit 13—15% CaO.

	179.	180.	181.	182.
Na_2O	3,44	3,44	3,29	3,36
K_2O	0,58			
MgO	—	0,26	—	—
CaO	14,16	14,60	14,67	14,85
Al_2O_3	26,20	31,88	32,27	33,36
Fe_2O_3	4,96	0,20	—	—
SiO_2	51,03	50,23	(49,77)*)	49,34
	100,37	100,61	100,00	100,91

179. Aus dunklem „Ossipit“ von Waterville, N. Hampshire; anal. E. S. Dana, Am. Journ. **3**, 48 (1872); vgl. auch Analyse Nr. 68 von demselben Fundorte.

180. Aus Basalt von Chirbet Hòjet Salà (Syrien); anal. K. Doss, Tsch. min. Mit. **7**, 477 (1883).

181. Vom Närödal am Sognefjord bei Bergen (Norw.); anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **139**, 178 (1868). *) Aus der Differenz berechnet.

182. Von ebenda; anal. E. Ludwig bei G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. 1869, **60**, 147 und Pogg. Ann. **138**, 169 (1869); **141**, 149 (1870). Vgl. auch Analysen Nr. 188 u. 189 von demselben Orte.

	183.	184.	185.
δ	—	2,734	—
Na_2O	1,22	3,64	5,90
K_2O	0,38	Spur	—
MgO	0,93	—	—
CaO	14,88	14,98	14,80
FeO	—	1,66	—
Al_2O_3	31,50	30,14	28,80
Fe_2O_3	1,85	—	—
SiO_2	47,30	51,32	48,00
H_2O	'1,80	—	1,50
	99,86	101,74	99,00

183. Aus Melaphyr des Tynemouth Dyke (Engl.); anal. J. E. Stead bei J. J. H. Teall, Q. Journ. geol. soc. **40**, 234 (1884).

184. Aus Dolerit des Cascadegebirges, an den unteren Stromschnellen des Columbiaflusses; anal. P. Jannasch u. J. H. Kloos, Tsch. min. Mit. **3**, 104 (1881).

185. Von Campillore (Toscana) aus Labradorporphyr; anal. Fr. Stagi bei A. d'Achiardi, Miner. Tosc. 1873, II, 100.

Bytownit.

Das ursprüngliche, so benannte Feldspatmineral ist, wie es sich später durch T. Sterry Hunt und F. Zirkel darstellte, ein Gemenge. Es enthält nur 9,06°/₀ Kalk. Weitere Analysen wurden dann von J. Tennant durchgeführt (siehe S. 273, Nr. 192). G. Tschermak verstand unter der Bytownitreihe solche Kalknatronfeldspate, welche einer Zusammensetzung Ab_1An_3 bis Ab_1An_6 entsprechen. Später zog man die Grenze Ab_1An_3 bis zum nahezu reinen Anorthit. Solche Bytownite müssen mindestens 15°/₀ CaO enthalten. Durch die Verwitterung wird aber die Kalkmenge vermindert. Manche Forscher, z. B. C. Hintze und P. Groth, ziehen Labrador und Bytownit zusammen: eine scharfe Grenze scheint allerdings nicht zu existieren.

Hier die Originalanalyse G. Tschermaks an dem aus dem Gemenge isolierten Feldspat und die Umrechnung auf wasserfreie Substanz.

	186.	187.
Na_2O	2,82	2,90
K_2O	0,38	0,39
MgO	0,87	—
CaO	14,24	14,67
Al_2O_3	30,45	31,49
Fe_2O_3	0,80	0,82
SiO_2	47,40	48,82
H_2O	2,00	—
	99,96	99,09

186.—187. Von Bytown bei Ottawa; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **50**, 590 (1864).

Bytownitanalysen mit 15—16% CaO.

	188.	189.	190.	191.
Na_2O	3,30	1,86	2,91	5,70
K_2O	—	—	0,70	—
MgO	—	—	0,91	—
CaO	15,10	15,63	15,31	15,70
Al_2O_3	33,26	31,31	29,62	28,00
Fe_2O_3	—	—	1,15	—
SiO_2	48,94	51,24	49,16	48,60
H_2O	—	0,15*)	0,73	1,50
	100,60	100,19	100,49	99,50

188. Vom Närödal (Norw.); anal. E. Ludwig bei G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **60**, 147 (1869). Vgl. auch Analyse Nr. 180 desselben Autors.

189. Von ebenda; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **136**, 24 (1869). Vgl. auch Analyse Nr. 10 desselben Analytikers. *) Glühverlust.

190. Aus dem Diabas der Cuchullin Range, Insel Skye; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinbg. **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 658 (1878).

191. Aus Labradorporphyr von Campillore (Toscana); anal. Fr. Stagi bei A. d'Achiardi, Miner. Tosc. II, 100 (1873). Vgl. auch Analyse Nr. 183. Natrongehalt ungewöhnlich hoch!

Bytownitanalysen mit 16—17% CaO.

	192.	193.	194.	195.
δ	—	—	—	2,74
Na_2O	*)	1,77	—	2,31
K_2O		0,58	—	—
MgO	2,95	0,65	—	—
CaO	16,25	16,07	16,28	16,29
FeO	4,70	—	—	—
Al_2O_3	26,15	31,10	30,77	35,23
Fe_2O_3	—	1,35	—	—
SiO_2	45,80	46,90	51,78	46,17
H_2O	2,00	1,00	—	—
	97,85	99,42	—	100,00

192. Von Bytown bei Ottawa (Ontario, Canada); anal. J. Tennant in J. Thomson, Gen. sc. rec. **3**, 339 (1836). Vgl. die neueren Analysen Nr. 197 u.. 198. (Unreines Material!) *) Nicht bestimmt.

193. Aus Diorit der Yamaska Mountains, große Kristalle; anal. T. Sterry Hunt, Phil. Mag. **1**, 338 (1851); Journ. prakt. Chem. **66**, 151 (1855).

194. Vom Närödal (Norw.); anal. E. Ludwig bei G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **60**, 147 (1869). Vgl. auch Analysen Nr. 180 u. 184 desselben Analytikers.

195. Aus Hypersthengabbro vom Mount Hope bei Baltimore; anal. W. S. Bayley bei G. H. Williams, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 28, (1886); Z. Kryst. **14**, 402 (1888).

	196.	197.	198.	199.
δ	2,73	—	2,62	—
Na_2O	2,41	1,50	1,78	1,00
K_2O	0,06		Spur	—
MgO	0,50	2,84	0,27	0,90
CaO	16,51	17,08	17,25	17,70
Al_2O_3	35,45	28,50	31,62	35,00
Fe_2O_3	0,99	4,50	0,90	—
SiO_2	45,32	43,16	43,59	45,80
H_2O	—	1,60	4,51	—
	101,24	99,18	99,92	100,40

196. Aus Gabbro oberhalb Gwynns Fall (Maryland); anal. W. B. Brown bei G. H. Williams, wie oben.

197. Aus Hornblendeschiefer von Porthalla Cove, Cornwall; anal. J. H. Collins, Q. Journ. geol. soc. **40**, 458 (1884). Unreines Material!

198. Von Mineo Kayama (Prov. Awa, Japan) aus Gabbro; anal. I. Kochibe bei T. Wada, Miner. Japans 1904; Z. Kryst. **43**, 295 (1907).

199. Aus vulkanischem Gestein der Insel St. Eustache (Antillen); anal. Ch. Deville, Ann. chim. phys. **40**, 286 (1854).

Abnorme, schwer einzureihende Analyse ist folgende:

	200.
Na_2O	2,41
K_2O	4,03
MgO	0,68
CaO	7,65
Al_2O_3	24,32
Fe_2O_3	3,92
SiO_2	57,63
H_2O	0,12
	100,76

200. Von Grönland; anal. J. Janovsky, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 1873, 1453. Offenbar lag unreines Material vor.

Formel.

C. F. Rammelsberg[1]) berechnete aus den älteren Analysen folgende Werte:

	Beobachter	$Al_2:Si$	Na : Ca
Valle d'Orezza, Corsica	Rupprecht	1 : 1,96	1 : 3,0
Baste, Radauthal	A. Streng	1 : 2,1	1 : 6,4
Bogoslowsk	W. B. Scott	1 : 2,2	1 : 3,0
Thjorsaebene	A. Damour	1 : 2,3	1 : 5,0
Hammerfest	F. Pisani	1 : 2,3	1 : 5,0
Bogoslowsk	L. Potyka	1 : 2,3	1 : 5,5
Najakajima, Japan	B. Koto	1 : 2,35	1 : 5,2
Neurode, aus Forellenstein	G. vom Rath	1 : 2,3	1,0 : 3,4
Corsica	A. Delesse ($\overset{II}{R}:Al_2 = 0,8:1$)	1 : 2,3	1,0 : 2,0
Yate, Chile	H. Ziegenspeck	1 : 2,3	1,0 : 1,6
Selfjall	J. Forchhammer	1 : 2,4	1,0 : 6,7
Thjorsaebene	F. A. Genth	1 : 2,5	1,0 : 6,6
Roßwein	R. Sachsse	1 : 2,6	1,0 : 1,2
Pretoria	P. Dahms	1 : 2,6	1,0 : 2,4
Närödal	C. F. Rammelsberg	1 : 2,6	1,0 : 2,5
Insel Mull	Th. H. Holland	1 : 2,7	1,0 : 1,8
Syrien	Br. Doss	1 : 2,8	1,0 : 2,0
Faröer	G. Forchhammer	1 : 2,8	1,0 : 1,6
Elba	A. Cossa	1 : 2,8	1,0 : 1,2
Hitteröe	Wang	1 : 2,8	1,0 : 0,9
Berufjord	A. Damour	1 : 2,9	1,0 : 2,1

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem., Erg.-Bd. II, 348 (1895).

	Beobachter	Al_2 : Si	Na : Ca
Egersund	C. Kersten	1 : 3,0	1,0 : 1,4
M. Genèvre	A. Delesse	1 : 3,0	1,0 : 3,6
Belfáhy	A. Delesse	1 : 3,0	2,4 : 1,0
Neurode	G. vom Rath	1 : 3,0	1,0 : 1,1
Radauthal	C. F. Rammelsberg	1 : 3,0	1,0 : 1,4
Sandwichsinseln	Schlieper	1 : 3,0	1,0 : 0,9
Capello, Fayal	F. Fouqué	1 : 3,0	1,0 : 1,44
Capello von 1672	F. Fouqué	1 : 3,0	1,0 : 1,68
S. Jorge	F. Fouqué	1 : 3,0	1,0 : 1,2
Guadeloupe	Ch. Deville	1 : 3,1	1,0 : 1,7
Havnefjord	G. vom Rath	1 : 3,1	1,0 : 1,5
Buchberg	H. Traube	1 : 3,1	1,0 : 1,3
Tannbergthal	G. vom Rath	1 : 3,1	1,0 : 1,2
Turdajak	G. A. König	1 : 3,1	1,0 : 1,2
Ilfeld	A. Streng	1 : 3,1	1,2 : 1,0
Pont Jean	A. Delesse	1 : 3,1	1,3 : 1,0
Besseyre	F. Fouqué	1 : 3,1	1,0 : 1,37
Paulsinsel	P. Jannasch	1 : 3,2	1,0 : 1,2
Dalarne	A. N. Svanberg	1 : 3,2	1,0 : 1,0
Veltlin	G. vom Rath	1 : 3,2	1,0 : 1,0
Monebächler Höfe	E. E. Schmid	1 : 3,2	1,0 : 1,0
Morea	A. Delesse	1 : 3,2	1,0 : 0,9
Nordisches Geschiebe	G. A. König	1 : 3,2	1,0 : 1,1
Cheviot Hills	J. Petersen	1 : 3,2	1,2 : 1,0
Oberstein	A. Delesse	1 : 3,2	1,2 : 1,0
Bozen	A. Delesse	1 : 3,2	1,0 : 1,4
S. Lucia, Pico	F. Fouqué	1 : 3,2	1,0 : 1,0
Pico. Von 1720	F. Fouqué	1 : 3,2	1,0 : 1,0
Pico. Von 1720	F. Fouqué	1 : 3,2	1,0 : 1,1
Monzoni	G. vom Rath	1 : 3,3	1,2 : 1,0
Krakataua	A. Sauer	1 : 3,3	1,6 : 1,0
Nordisches Geschiebe	Dulk	1 : 3,3	1,0 : 1,2
Paulsinsel	S. L. Penfield	1 : 3,3	1,0 : 1,1
Campsie	Lehunt	1 : 3,3	1,0 : 1,1
Åtnalava	H. Abich	1 : 3,3	1,0 : 1,2
Nordisches Geschiebe	Segeth	1 : 3,4	1 : 1,5
Paulsinsel	G. Tschermak	1 : 3,4	1 : 1,1
Paulsinsel	C. F. Rammelsberg	1 : 3,4	1 : 1,2
Rothenburg	A. Streng	1 : 3,4	1 : 1,2
Breitfirst	R. Wedel	1 : 3,5	1 : 1,0

Aus den Analysen berechnet C. F. Rammelsberg nach dem Mischungsgesetz:

Al_2 : Si	Na : Ca	Al_2 : Si	Na : Ca
1 : 2,25	1 : 7,5	1 : 2,57	1 : 3,0
1 : 2,3	1 : 6	1 : 2,8	1 : 2
1 : 2,36	1 : 5	1 : 3	1 : 1,5
1 : 2,4	1 : 4,5	1 : 3,33	1 : 1
1 : 2,44	1 : 4		

Diesen nach dem Mischungsgesetze G. Tschermaks berechneten Verhältnissen entsprechen nach C. F. Rammelsberg 85% aller Labradorite, entweder genau oder annähernd.

Bei den übrigen zeigt sich folgendes, wenn man von dem Verhältnis Na : Ca ausgeht:

Al_2 : Si Gefunden	Berechnet
1 : 2,6	1 : 3,2
1 : 2,8	1 : 3,2
1 : 2,8	1 : 3,3
1 : 3	1 : 2,5
1 : 3	1 : 4,18

Die meisten Forscher betrachten daher die Labradorite als nach dem Mischungsgesetze aus Albit und Anorthit zusammengesetzt, und zwar sind die Eigenschaften, welche mit dem Volumen berechenbar sind, als additive (mit Ausnahme also der Schmelzpunkte) zu bezeichnen.

A. Arzruni[1]) hielt die Plagioklase bekanntlich für morphotrope Mischungen von Albit und Anorthit. Dagegen sprach sich namentlich F. Retgers[2]) aus. F. Fouqué,[3]) welcher anfangs gegen die G. Tschermaksche Theorie Einwände erhob, ist doch schließlich zu dem Resultate gekommen, daß Mischungen vorliegen, wobei er allerdings als Einwand hervorhebt, daß einzelne Mischungsverhältnisse fehlen, während gewisse sehr häufig sind.

In neuerer Zeit hat sich W. Tarassenko[4]) gegen die Additivität in dem Falle des Labradorits von Kiew gewendet.

Vermittelst der Thouletschen Lösung wurde das Mineral von Selischtsche nach der Dichte getrennt und so sechs verschiedene Portionen erhalten, deren Analysen und Dichten S. 260, 267 angegeben wurden; dieselbe Operation wurde mit dem Vorkommen von Gorodischtsche ausgeführt. Aus den Zusammenstellungen schließt er, daß keine Übereinstimmung mit der G. Tschermakschen Theorie zu verzeichnen ist. Aus seinen Untersuchungen schließt er, daß 1. die Plagioklase keine isomorphen oder morphotropen Mischungen von Albit- und Anorthitsilicat sind; 2. daß keine regelmäßige Beziehung zwischen Dichte und chemischer Zusammensetzung zu beobachten ist; 3. daß die Plagioklase bestimmte Verbindungen von Albit und Anorthit sind.

Siehe dagegen die von O. Grosspietsch[5]) gebrachten Einwendungen. Vgl. auch bei Anemousit.

Physikalische Eigenschaften.

Spaltbar vollkommen nach (001), weniger nach (010), manchmal nach (110). Siehe darüber auch bei F. Obermayer und A. Schrauf.[6])

Härte über 5—6. Dichte nach dem Kalkgehalt schwankend, ungefähr 2,70—2,74. Nähere Daten siehe bei V. Goldschmidt.[7])

[1]) A. Arzruni, Phys. Chemie der Kristalle, 1893, 282.
[2]) F. Retgers, Z. phys. Chem. **14**, 40 (1894).
[3]) F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 601 (1894).
[4]) W. Tarassenko, l. c.; siehe auch Z. Kryst. **36**, 182 (1902).
[5]) O. Grosspietsch, Tsch. min Mit. **33**, 40 (1914).
[6]) A. Schrauf, Sitzber. Wiener Ak. **60**, 1052 (1860).
[7]) V. Goldschmidt, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **1**, 179 (1881).

Optische Eigenschaften. Siehe darüber A. Des Cloizeaux,[1]) M. Schuster, F. Fouqué.[2])

Fundort	N_α	N_β	N_γ	$2V$	Beobachter
Labradorit von Labrador. .	1,554	1,557	1,562	—	F. Fouqué
St. Lucia, Pico Lava v. 1718	1,5545	1,5589	1,5634	77° 36′	"
Pico, Azoren	1,5562	1,5582	1,5631	77° 38′	"
Pico, Lava von 1720. . .	1,5556	1,5563	1,5631	78°	"
		Bytownit.			
Capello (Azoren)	1,5611	1,5639	1,5689	77°	F. Fouqué
Vellas, S. Jorge, Azoren . .	1,5597	1,5628	1,5677	76° 16′	"
Basseyre, Hte. Loire . . .	1,5617	1,5647	—	—	"
		Neuere Bestimmungen.[3])			
Kamenoi Brod	1,5561	1,5589	1,5637	75°	O. Großpietsch[4])
Carlton Peak	1,5626	1,5660	1,5705	83° 47′ bis 83° 38°	A. N. Winchell[5])

Spezifische Wärme nach Joly[6]) 0,1933.

C. Doelter[7]) untersuchte die *elektrische Leitfähigkeit* bei hohen Temperaturen. Dieselbe steigt mit der Temperatur stark und vergrößert sich beim Schmelzpunkte.

Die betreffende Kurve (Temperatur als Abszisse, Leitfähigkeit als Ordinate), zeigt keinen Knick. Siehe darüber bei C. Doelter.[8]) Wenn man als Abszisse die Werte $1/T$ und $\log W$ als Ordinate aufträgt, erhält man für die Leitfähigkeit, also für den spezifischen Widerstand, eine gerade Linie und ebenso für den flüssigen Zustand, wobei beide Gerade einen Winkel miteinander bilden. Die betreffende Kurve ist im Bd. I, Abt. 1, S. 721 abgebildet und sind dort auch die Zahlenwerte einzusehen.

Kristallisationsvermögen. Dasselbe wurde von C. Doelter untersucht, es ist geringer als das des Anorthits, viel größer als das des Nephelins. Ebenso verhält es sich mit der Kristallisationsgeschwindigkeit. Siehe darüber auch E. Kittl.[9])

Lumineszenz. Mit Radiumstrahlen ist die Lumineszenz gering. K. Keilhack[10]) untersuchte die Lumineszenz mit ultravioletten Strahlen, sie ist eine geringe, Nr. 4 seiner Skala.

J. A. Douglas[11]) untersuchte die Dichte im kristallisierten und im glasigen Zustand. Für Labrador von Labrador fand er 2,700 und für das Glas 2,550, daher eine Volumzunahme von 5,88 %.

---

[1]) A. Des Cloizeaux, Ann. chim. phys. **9**, 53 (1876).
[2]) F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 422 (1894).
[3]) Vgl. auch bei Carnegieit, S. 288.
[4]) O. Großpietsch, Tsch. min. Mit. **33**, 42 (1915).
[5]) A. N. Winchell, Am. Geol. **26** (1900); Z. Kryst. **36**, 70 (1902).
[6]) J. Joly, Proc. Roy. Soc. **41**, 250 (1887).
[7]) C. Doelter, Sitzber. Wiener Ak. **116**, 1300 (1907); **117**, 847 (1908).
[8]) Siehe C. Doelter, Bd. I, Abt. 1, S. 692.
[9]) E. Kittl, Z. anorg. Chem. **77**, 335 (1912).
[10]) K. Keilhack, Z. Dtsch. geol. Ges. **50**, 131 (1898).
[11]) J. A. Douglas, Quart. Journ. Geol. Soc. **63**, 145 (1907).

Chemische Eigenschaften.

Vor dem Lötrohre leicht unter Gelbfärbung der Flamme zu farblosem oder weißem Glase schmelzbar.

Über die Schmelzpunkte siehe Bd. I, Abt. 1, S. 662. Neue Untersuchungen über Schmelzpunkte rühren von N. L. Bowen[1]) her. Er benutzte die von A. Day u. E. T. Allen dargestellten Präparate. Während letztere aber scharfe Schmelzpunkte gefunden hatten, erhielt er wie C. Doelter Schmelzintervalle; die Zahlen sind:

Ab_1An_5 . . .	1465	bis	1521°
Ab_1An_2 . . .	1372	„	1490°
Ab_1An_1 . . .	1287	„	1450°
Ab_2An_1 . . .	1205	„	1394°
Ab_3An_1 . . .	1175	„	1362°

H. Leitmeier[2]) bestimmte bei langandauerndem, langsamem Erhitzen im elektrischen Ofen den Schmelzpunkt des Labradorits von Kamenoi Brod bei Kiew, welchen R. Görgey analysierte (Nr. 112) und fand als Schmelzpunkt 1245—1250°, bei welcher Temperatur jedoch noch keine vollständige Verflüssigung eingetreten war. Daraus geht wieder hervor, daß die natürlichen Mineralien niedriger schmelzen, als die analog zusammengesetzten Kunstprodukte.

Durch konz. Salzsäure wird er nur schwer zersetzt; nach P. Jannasch[3]) wird nicht nur der Anorthitanteil abgegeben, sondern der Labradorit ist an und für sich schwer, aber teilweise löslich.

Das Spektrum des Labradorits wurde von A. de Grammont[4]) untersucht. Er fand die Spektren von Si, Ca, Na und Al gleich deutlich.

Löslichkeit.

Einwirkung von schwefliger Säure. W. B. Schmidt[5]) untersuchte die Einwirkung dadurch, daß das feine Pulver in Flaschen von etwa 1200 ccm mit schwefliger Säure enthaltendem Wasser gefüllt wurde, wobei luftdicht verschlossen wurde.

Zur Verwendung gelangte das Vorkommen von Labrador (St. Paulsinsel), Analyse 1.

I. Nach halbjähriger Einwirkung ergab sich folgendes:

	1.	1a.	2.	3.
Na_2O . . .	4,89	4,42	4,36	21,16
K_2O . . .	1,04	1,09	1,27	8,68
CaO . . .	12,11	9,86	9,97	29,24
Al_2O_3 . . .	28,10	24,97	25,41	22,60
Fe_2O_3 . . .	1,72	1,07	0,96	45,92
SiO_2 . . .	53,09	58,63	58,36	3,75
	100,95	100,04	100,33	—

[1]) N. L. Bowen, Am. Journ. **35**, 577 (1913); N. JB. Min. etc. 1914, I, 15.
[2]) H. Leitmeier, Z. anorg. Chem. **81**, 225 (1914).
[3]) P. Jannasch, N. JB. Min. etc. 1882, II, 332.
[4]) A. de Grammont, Bull. Soc. min. **24**, 95 (1898); C. R. **126**, 1513 (1898).
[5]) W. B. Schmidt, Tsch. min. Mit. **4**, 1 (1882).

1. Zusammensetzung des Minerals.
1 a. Zusammensetzung des nach der Einwirkung zurückbleibenden Minerals.
2. Direkte Analyse des restierenden Minerals.
3. Zusammensetzung der Lösung.

II. Ein zweiter Versuch wurde 1 Jahr lang durchgeführt.

	4.	5.
Na_2O	4,16	30,64
K_2O	1,08	15,57
CaO	8,77	41,03
Al_2O_3	23,49	31,92
Fe_2O_3	0,71	65,51
SiO_2	61,76	5,28
	99,97	—

4. Zusammensetzung des ungelöst gebliebenen Minerals.
5. Zusammensetzung der Lösung.

Versuche von W. Tarassenko.[1])

Löslichkeit in Salzsäure.

	1.	2.	3.	4.
Na_2O	5,17	5,46	5,45	6,27
K_2O	1,10	1,03	1,03	1,51
CaO	10,18	10,16	10,14	10,03
Al_2O_3	28,27	29,03	28,98	28,06
SiO_2	55,28	54,48	54,40	54,13
	100,00	100,16	100,00	100,00

1. Mittlere Zusammensetzung des Plagioklases.
2. Unmittelbare Analysenresultate. In HCl zersetzter Teil.
3. Nach Umrechnung auf 100%.
4. In HCl nicht zersetzter Teil.

Der Feldspat wurde 240 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur und 134 Stunden unter Erwärmen behandelt. Die zersetzte Menge betrug 94,74% gegen 5,26% Unlösliches.

Bei einem zweiten Versuche ergaben sich folgende Zahlen:

	5.	6.	7.
Na_2O	5,05	5,13	4,94
K_2O	1,00	1,02	0,97
CaO	10,49	10,67	9,85
Al_2O_3	27,96	28,44	27,19
SiO_2	53,82	54,74	57,05
	98,32	100,00	100,00

5. Unmittelbare Analysenresultate des löslichen Teiles.
6. Nach Umrechnung auf 100%.
7. In Salzsäure unlöslicher Teil.

Die Zersetzung dauerte bei gewöhnlicher Temperatur 480 Stunden, dann wurde durch 43 Stunden erwärmt. Der in Salzsäure lösliche Teil beträgt 51,39%, der unzersetzte Teil 48,64% (vgl. die Analysen S. 260).

[1]) Nach Z. Kryst. **36**, 184 (1902).

Künstliche Umwandlung.

J. Lemberg[1]) hat eine Reihe von Versuchen auch mit diesem Feldspat durchgeführt.

Labradorit von Helsingfors wurde mit K_2CO_3-Lösung bei 100° durch 14 Monate behandelt. (Siehe Analyse Nr. 9.) Das abgeschiedene Calciumcarbonat wurde mit Salmiak getrennt.

	1.
Na_2O	4,09
K_2O	5,70
CaO	6,47
Al_2O_3	25,78
SiO_2	53,54
H_2O	4,42
	100,00

Dieser Versuch[2]) wurde später wiederholt und auch die Einwirkung von K_2CO_3-Lösung, dann von Chlorkalium, von Na_2CO_3 und Chlornatriumlösung versucht. Angewandt wurde derselbe Labradorit.

	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Na_2O	—	12,94	15,90	—	16,21	—
K_2O	20,36	0,67	—	21,38	—	21,28
Al_2O_3	22,62	23,35	25,60	26,07	25,00	25,56
SiO_2	45,47	46,21	49,99	51,63	49,77	50,24
H_2O	11,55	16,83	8,51	0,92	9,02	2,92
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

2. Behandlung mit einer Lösung, welche 18% K_2CO_3 enthielt und außerdem mit KCl gesättigt war. Es ging etwas SiO_2 in Lösung, das abgeschiedene $CaCO_3$ wurde durch NH_4Cl getrennt.

Es bildeten sich schlecht ausgebildete Säulen, meist zu Garben und Stengeln vereinigt.

Der Versuch dauerte 395 Stunden. Temperatur 210—215°.

3. Das vorige Produkt mit NaCl-Lösung bei 100° durch 20 Tage behandelt. Das erhaltene Produkt hat dieselbe Zusammensetzung wie die Kalisubstitutionsprodukte des Herschelits und Philippsits.

4. Digestion des Produktes des Vorversuches bei 200—210° mit einer Lösung, die 5% Na_2CO_3 und 15% NaCl enthielt. Dauer 100 Stunden. Diese Methode wird als „Analcimierung" bezeichnet.

5. Das im Vorversuche erhaltene Produkt 100 Stunden bei 210° mit Chlorkaliumlösung behandelt. Durch sekundäre Wirkung des Wassers ist etwas Kali abgespalten.

6. Labradorit durch 324 Stunden bei 215° mit einer 15%igen Na_2CO_3-Lösung behandelt. Es hatten sich neben vorwiegenden Körnern feine Cancrinitsäulen gebildet.

7. Das im Versuche 6 erhaltene Produkt bei 210° durch 78 Stunden mit Chlorkaliumlösung behandelt.

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 605 (1883).
[2]) Derselbe, ebenda **39**, 565 (1887).

Der beigemengte Cancrinit des Vorversuchs ist nicht in einen Leucit, sondern in ein wasserreicheres Kaliumsilicat verwandelt.

Versuche mit geschmolzenem Labradorit.

	8.	9.	10.	11.
Na_2O	—	12,83	15,45	—
K_2O	20,01	0,58	—	21,20
Al_2O_3	22,60	23,06	25,17	26,22
SiO_2	45,15	46,08	51,09	51,84
H_2O	12,24	17,45	8,29	0,74
	100,00	100,00	100,00	100,00

8. Zu Glas geschmolzener Labradorit bei 215° durch 269 Stunden mit der im Versuche 3 angewandten Lösung behandelt.

9. Das Produkt des Versuches 7 15 Tage lang mit Chlornatriumlösung bei 100° behandelt.

10. Das im Vorversuche erhaltene Produkt durch 75 Stunden analcimisiert (Würfelbildung).

11. Das Produkt des Versuches 10 bei 210° 78 Stunden mit Chlorkaliumlösung behandelt.

Geschmolzener und natürlicher Labradorit verhalten sich demnach gegen K_2CO_3-Lösung bei 200° gleich.

	12.	13.	14.
Na_2O	—	12,77	15,83
K_2O	19,08	—	—
Al_2O_3	21,00	21,99	25,48
SiO_2	43,35	44,47	50,19
H_2O	16,57	20,77	8,50
	100,00	100,00	100,00

12. Geschmolzener Labradorit durch 7 Monate mit K_2CO_3-Lösung von 20% bei 100° behandelt.

Es bildete sich ein wasserreiches Silicat. Dagegen ist nach den früheren Versuchen der natürliche Labradorit sehr langsam unter denselben Umständen umgewandelt worden.

13. Das im Vorversuche erhaltene Produkt mit Chlornatriumlösung durch 20 Tage behandelt.

Beide Silicate zeigen große Ähnlichkeit mit den vom selben Forscher erhaltenen Umwandlungsprodukten des Seebachits und Herschelits und lassen sich auch in den gleichen Analcim umwandeln wie letztere.

14. Das im Vorversuche erhaltene Umwandlungsprodukt 100 Stunden lang analcimisiert. Es bildeten sich Würfel, welchen spärliche Säulen beigemengt sind.

Einwirkung von Schmelzflüssen. C. Doelter und E. Hussak[1]) haben Versuche über solche Einwirkung ausgeführt.

[1]) C. Doelter u. E. Hussak, N. JB. Min. etc. 1884. — Siehe auch J. Lenarčič, ZB. Min. etc. 1903, 705.

Versuche von H. Lotz.

H. Lotz[1]) hat nach derselben Methode, wie sie seinerzeit bei Nephelin erwähnt wurde, auch bei Labradorit Versuche gemacht (siehe Bd. II, Abt. 2, S. 227).

Es wurde ein Gemenge von 80% Wasserdampf beladener Luft, 19% Kohlendioxyd und 1% SiO_2 einwirken gelassen. Die Mineralien kamen als 1 cm dicke Platten zur Untersuchung, welche über zylindrische Gläser aufgehängt waren. Nach Beendigung des Versuches wurden die Platten mit Wasser ausgelaugt und diese Lösungen analysiert. Unter I. ist die Zusammensetzung des Ausgangsmaterials, unter II. die in Lösung gegangene Menge angegeben.

	I.	II.
Na_2O	4,57	0,0188
K_2O	0,42	0,0019
CaO	11,17	Spur
Al_2O_3	29,81	0,0327
SiO_2	54,76	0,0025
	100,73	

Anm. Das untersuchte Mineral stammte von der Labradorküste.
Mit Kohlensäure allein war das Resultat unmerklich.

Was die Resultate anbelangt, so ergibt sich bei Feldspaten nur geringe Einwirkung. Der Gang der Zersetzung läuft dahin, daß Eisenoxyd und Tonerde am meisten gelöst werden. Es findet im allgemeinen eine Wegführung der Basen und Anreicherung an Kieselsäure statt. Bei der Zersetzung durch schweflige Säure entstehen sowohl Sulfite als auch Sulfate. Die Intensität der Einwirkung hängt sehr von der Struktur, insbesondere von dem Vorhandensein kapillarer Hohlräume und Spaltrisse ab.

Umwandlung des Labradors.

Bei der Verwitterung wird zunächst Wasser aufgenommen, dann Kohlensäure unter Bildung von Calciumcarbonat; Alkali und Eisen werden zugeführt. Teilweise wird auch Kieselsäure und Tonerde abgeführt. Dann bilden sich Epidot und auch Saussurit. Eine andere Art der Umwandlung ist die in Kaolin.

Die Carbonatbildung wurde von G. Bischof am Labrador aus dem Gestein von Dillenburg gezeigt. Im folgenden gebe ich die Zahlen für den in Salzsäure löslichen Teil.

	1.	2.	3.
$CaCO_3$	2,16	12,44	4,87
$MgCO_3$	0,37	0,27	0,37
Fe_2O_3	1,32	1,18	1,58
H_2O	0,71	2,60	1,21

Nach Abrechnung des in Salzsäure löslichen Teiles ergibt sich:

[1]) H. Lotz, Ber. oberhess. Ges. Naturkunde 4, 170 (1910); auch Inaug.-Dissert. Gießen 1912; N. JB. Min. etc. 1913, II, 180.

	4.	5.	6.
Alkalien . . .	9,35	9,52	9,67
MgO	1,08	0,97	0,72
CaO	10,31	Spur	23,51
Al_2O_3	24,82	28,04	2,86
SiO_2	54,44	61,47	63,24
	100,00	100,00	100,00

1 u. 4. Wenig veränderter Labrador.
2 u. 5. Halbverwitterter Labrador.
3 u. 6. Ganz verwitterter Labrador.
Sämtliche anal. G. Bischof, Chem. Geol. II, 461.

J. Lemberg untersuchte die Umwandlungen des fleischroten Labradorits von Helsingfors.

Die Zusammensetzung des frischen Materials siehe S. 257, Nr. 19.

	7.	8.	9.	10.
Na_2O	0,88	0,17	0,17	—
K_2O	8,51	9,71	0,20	9,51
MgO	7,39	8,27	8,27	—
CaO	1,27	0,55	0,25	0,30
Al_2O_3	26,11	14,34	3,75	10,59
Fe_2O_3	6,45	6,92	6,71	0,21
SiO_2	55,22	54,85	14,29	40,56
H_2O	4,17	3,97	3,97	—
	100,00	98,78	37,61	61,17

7. Rotbraunes, etwas quarzhaltiges Umwandlungsprodukt.
8. Rotbraunes, serpentinähnliches Umwandlungsprodukt eines neben dem vorigen vorkommenden Labradorits.
9. In Säuren löslicher Teil. Der Rest entspricht einem Orthoklas.
10. Restliche Masse, welche der Orthoklaszusammensetzung entspricht.

Sämtliche Analysen von Helsingfors (Finnl.); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **22**, 347 u. 351 (1870).

Die Analysen zeigen, daß Tonerde und Kalk zum Teil ausgeschieden sind, daß dagegen Eisenoxyd, Kali und Wasser aufgenommen wurden.

G. Tschermak[1]) untersuchte die Umwandlung des Labradorits aus dem Dacit von Vöröspatak, dessen Analyse bereits S. 266, Nr. 121, mitgeteilt wurde. Die Analyse des umgewandelten Labradorits, ausgeführt von L. Sipöcz, ergab:

	11.	12.
Na_2O	0,18	4,37
K_2O	4,96	—
MgO	1,73	0,53
CaO	0,65	11,76
Al_2O_3	31,34	28,56
Fe_2O_3	1,16	1,00
SiO_2	55,96	55,21
H_2O	5,41	—
	101,39	101,43

11. Umwandlungsprodukt.
12. Frischer Feldspat.

[1]) G. Tschermak, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1874, 269.

Daraus berechnet G. Tschermak die Mengen der Umwandlungsprodukte.

	13.	14.	15.	16.	17.	18.	Summe
Na_2O . . .	—	—	—	0,18	—	—	0,18
K_2O	—	4,96	1,73	—	—	—	4,96
MgO . . .	—	—	—	—	—	—	1,73
CaO	—	—	—	0,65	—	—	0,65
Al_2O_3	21,00	8,19	0,67	1,48	—	—	31,34
Fe_2O_3 . . .	—	—	—	—	—	1,16	1,16
SiO_2	36,70	9,54	1,56	2,46	5,70	—	55,96
H_2O	3,67	0,48	0,55	—	—	0,19	4,89
	61,37	23,17	4,51	4,77	5,70	1,35	100,87

13. $H_2O . Al_2O_3 . 3SiO_2$ . . 61,37%
14. Kaliglimmer. 23,17
15. Pennin 4,51
16. Labradorit 4,77
17. Quarz 5,70
18. Limonit 1,35

Demnach bestehen die Pseudomorphosen wesentlich aus einem wasserhaltigen Tonerdesilicat aus der Gruppe der Tonmineralien, und zum vierten Teil aus Kaliglimmer; der Rest verteilt sich auf Pennin, Quarz, etwas Limonit und unzersetzten Labradorit.

Synthese des Labradorits.

Diese wurde zuerst von F. Fouqué und A. Michel-Lévy[1]) ausgeführt und zwar dadurch, daß sie im Fourquignon-Leclercqofen durch Zusammenschmelzen der Bestandteile: Siliciumdioxyd, Aluminiumsesquioxyd und Calciumoxyd, Natriumoxyd nach der Formel des Minerals Versuche ausführten. Meistens erhielten sie verzwillingte Kristalle.

Nach einer etwas anderen Methode operierte St. Meunier.[2]) In einem Graphittiegel wurde Kieselsäure, Kalk, Natron und Fluoraluminium zusammengeschmolzen.

J. Morozewicz[3]) erhielt bei seinen Versuchen (siehe auch Bd. I, Abt. 1, S. 597) ebenfalls Labradorit. K. Petrasch[4]) erhielt durch Zusammenschmelzen von gleichen Teilen von Vesuvlava und Phonolith von Praya u. a. Mineralien auch Labradorit.

A. Day und E. T. Allen[5]) stellten durch Zusammenschmelzen von gefälltem Calciumcarbonat, wasserfreiem Natriumcarbonat, Quarz und Aluminiumoxyd (aus Alaun erhalten) die Mischung Ab_1An_2 her.

---

[1]) F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, Synthèse des minéraux et roches. Paris 1882, 139.
[2]) St. Meunier, C. R. **111**, 509 (1890).
[3]) J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. **18**, 105 (1899).
[4]) K. Petrasch, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **17**, 498 (1903).
[5]) A. Day u. E. T. Allen, Z. f. phys. Chem. **54**, 1 (1906).

Zufällige Neubildungen.

Als Hochofenschlacke ist Labradorit mehrmals beobachtet. So fand K. Hausmann[1]) im Hochofen von Veckerhagen in Kurhessen Feldspatkristalle, welche er als angebliche Labradorite bestimmte. Die Analyse ergab:

δ	2,35
CaO	21,00
MnO	0,1
FeO	1,9
Al_2O_3	10,4
SiO_2	66,2
	99,6

Diese Analyse entspricht allerdings nicht dem Labradorit, da der Kalk- und Kieselsäuregehalt zu hoch sind. Vielleicht handelt es sich um sehr unreines Material.

Ferner wurde Labradorit nach optischen und kristallographischen Merkmalen in einem Backstein aus einem Hofmannofen in Neapel von dell' Era erkannt.[2])

Vorkommen und Genesis.

Labradorit kommt sowohl in Eruptivgesteinen als auch in Tiefengesteinen vor. Von letzteren sind namentlich Diorite, Gabbros und Norite zu nennen. Weit verbreitet ist er namentlich in den erstgenannten Gesteinen und zwar besonders in basischen. Aber auch in quarzführenden fehlt er nicht, wie in den Daziten beispielsweise. Von Schiefergesteinen sind die Amphibolite zu nennen, welche als gepreßte Ergußgesteine zu betrachten sind. Dagegen fehlt Labradorit den sedimentären Bildungen.

Aus dem Vorkommen und der Synthese aus Schmelzfluß ergibt sich auch seine Entstehung. Er ist in der Natur ein bei höherer Temperatur aus Schmelzfluß gebildetes Mineral.

Oligoklas kommt in Dioriten, Syeniten, Alkaligraniten vor, ebenso in Trachyten, Daciten und Andesiten.

Andesin kommt besonders in den letztgenannten Effusivgesteinen, seltener in den Tiefengesteinen vor.

Andesin läßt sich aus Schmelzfluß darstellen, Oligoklas aber nur bei Gegenwart von Kristallisatoren, hauptsächlich bei Gegenwart von Wolframsäure; aus seiner Schmelze ist die Kristallisationsgeschwindigkeit sehr klein, während sie bei Andesin doch schon merklich ist, wenn auch weit geringer als bei Labradorit.

In Schiefern kommen Oligoklas und Andesin in Ortho- und Paragneisen mit den Eigenschaften der Plagioklase der Tiefengesteine ebenfalls vor.

Man kann wohl annehmen, daß besonders Oligoklas, welcher auch meistens unter den später ausgeschiedenen Bestandteilen der Eruptivgesteine

[1]) K. Hausmann, Beiträge Hochofenschlacken 31.
[2]) F. Sansoni, Giorn. Min. 1893, 280.

auftritt, erst bei gesunkener Temperatur sich ausschied, und das sehr langsame Abkühlung dabei notwendig war, wie dies aus der synthetischen Darstellung sich ergibt (vgl. bei Oligoklas S. 236).

Die Möglichkeit, daß sich Oligoklas in überhitzten Lösungen, ähnlich wie Albit, bilden kann, ist vorhanden, doch ist dabei wohl eine Temperatur über 500° anzunehmen.

Anemousit. [1]

Von **H. Michel** (Wien).

Unter diesem Namen beschrieben H. S. Washington und F. E. Wright[2]) im Jahre 1910 einen Feldspat von der Insel Linosa, östlich von Tunis, der sich in losen Kristallen, zusammen mit Kristallen von Kaersutit in einem kleinen parasitischen Aschenkegel des Vulkans Monte Rosso vorgefunden hatte.

Analyse.

Die in zwei Partien ausgeführte Analyse ergab Werte, welche die Autoren veranlaßten, eine zweite Probe derart auszulesen, daß nur Stücke mit Spaltflächen verwendet wurden, um die Anwesenheit von Nephelin sicher auszuschließen. Unter I, II, III sind die Ergebnisse der Analyse, unter IV das Mittel der Zahlen, unter V die Molekularzahlen angeführt. FeO, Alkalien und H_2O (in der ersten Probe) wurden nur einmal bestimmt.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Na_2O . . .	5,40	(5,40)	(5,40)	5,40	,087
K_2O . . .	0,74	(0,74)	(0,74)	0,74	,008
MgO . . .	0,03	0,05	0,07	0,05	,001
CaO . . .	10,73	10,59	10,67	10,66	,190
FeO	0,17	(0,17)	(0,17)	0,17	,002
Al_2O_3 . . .	29,34	29,54	29,63	29,50	,290
Fe_2O_3 . . .	0,67	0,75	0,53	0,65	,004
SiO_2 . . .	52,73	52,75	52,83	52,77	,874
TiO_2 . . .	Spur	Spur	Spur	Spur	—
H_2O . . .	0,38	(0,38)	0,34	0,36	—
	100,19	100,37	100,38	100,30	

Rechnet man die nach der mikroskopischen Prüfung vorhandenen feinen Einschlüsse von Magnetit, in dem wohl auch das MgO enthalten ist, sowie das Wasser, das in dem ganz frischen Material nur als Adsorptionswasser vorhanden ist, ab, so erhält man die im folgenden unter I stehenden Zahlen; unter II sind die Molekularzahlen, unter III die umgerechneten Molekularzahlen, unter IV die Zusammensetzung eines Feldspats ($^1/_3$ Na_2 $^2/_3$ Ca) $Al_2Si_3O_{10}$, unter V die Zusammensetzung eines Feldspates Ab_1An_1, unter VI die eines Feldspates Ab_3An_2 gegeben. Anläßlich der Besprechung von Labra-

[1]) Benannt nach der alten griechischen Bezeichnung für die Insel Linosa.
[2]) H. S. Washington u. F. E. Wright, Am. Journ. **29**, 52 (1910).

doritanalysen hat O. Großpietsch[1]) eine Mischung $Ab_{4,06}An_{5,49}Or_{4,7}$ berechnet, welche den Zahlen H. S. Washingtons näher kommt als die für Ab_1An_1 und Ab_3An_2 geltenden Zahlen. Diese Werte sind unter VII angefügt.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Na_2O . . .	5,45	,088	0,99	6,26	5,73	6,91	4,63
K_2O . . .	0,75	,008		0,00	0,00	0,00	0,79
CaO . . .	10,76	,192	1,98	10,96	10,34	8,32	11,26
Al_2O_3 . . .	29,78	,291	3,00	29,94	28,26	26,53	28,99
SiO_2 . . .	53,26	,882	9,09	52,84	55,67	58,24	54,33
	100,00			100,00	100,00	100,00	100,00

Formel. Die Zahlen zeigen gegenüber der Zusammensetzung des Labradorites Ab_1An_1 einen Mangel an SiO_2 und einen Überschuß an Al_2O_3, gegenüber Ab_3An_2 Mangel an SiO_2 und Alkalien, Überschuß an Al_2O_3 und CaO und entsprechen am besten der unter IV gegebenen Zusammensetzung $Na_2O . 2CaO . 3Al_2O_3 . 9SiO_2$, während Ab_1An_1 die Formel $Na_2O . 2CaO . 3Al_2O_3 . 10SiO_2$ und Ab_3An_2 die Formel $3Na_2O . 4CaO . 7Al_2O_3 . 22SiO_2$ erfordert.

Ebenso wie die physikalischen Eigenschaften in ihrer Gesamtheit nicht einem normalen Gliede der Plagioklasreihe entsprechen (ein Teil verweist auf einen Feldspat von der Zusammensetzung eines Andesins, ein Teil auf die des Labradorites, also auf einen Spielraum von etwa Ab_3An_2 bis Ab_1An_1), gibt auch die chemische Analyse eine abweichende Zusammensetzung an, die sich besonders in dem niedrigeren SiO_2-Gehalt äußert.

Die Möglichkeit, daß Nephelin dem Feldspate beigemengt war, ist ganz ausgeschlossen, zumal die Laven der Insel Linosa typische Feldspatbasalte sind und nur ganz geringe Spuren von Nephelin in der Glasbasis enthalten können. H. S. Washington und F. E. Wright erwägen eine Reihe von Möglichkeiten, wie die gefundene Zusammensetzung gedeutet werden könnte und kommen zu dem Schlusse, daß dem Feldspat wahrscheinlich das Molekül $Na_2O . Al_2O_3 . 2SiO_2$ beigemengt ist, so daß sie die Zusammensetzung wie folgt berechnen:

$KAlSi_3O_8$ . . .	,016	,154	7,84	4,48
$NaAlSi_3O_8$ . . .	,137			36,16
$CaAl_2Si_2O_8$ . . .	—	,192	9,84	53,78
$Na_2Al_2Si_2O_8$ . .	—	,019	1,00	5,58

Wenn man das Orthoklasmolekül mit dem Albitmolekül vereinigt, stellt sich das Verhältnis zwischen $Ab : An : Na_2Al_2Si_2O_8 = 8 : 10 : 1$. Während die physikalischen Eigenschaften auf einen Plagioklas der Zusammensetzung zwischen Ab_3An_2 und Ab_1An_1 hinweisen, ergibt sich jetzt das Verhältnis Ab_4An_5. Das beigemengte Molekül ist das eines kaliumfreien Nephelins, der künstlich rein darstellbar ist, wenn er auch in der Natur nicht rein vorkommt. Es liegt die Vermutung nahe, daß zufolge der strengen Analogie der Formeln $Na_2Al_2Si_2O_8$ und $CaAl_2Si_2O_8$ eine trikline Form des Nephelins existiert, welche in der Natur nicht vorkommt, aber schon seit längerer Zeit vermutet wurde, auch künstlich mehrfach erhalten wurde, wie später dargestellt werden wird. Die geringere Dichte des untersuchten Minerales ist durch die Beimengung des „Natron-Anorthitmoleküls" zahlenmäßig erklärbar und zwar ergibt die

[1]) O. Großpietsch, Tsch. min. Mit. **33**, 38 (1914).

Rechnung unter Zugrundelegung der Werte für die Dichten: Or = 2,55, Ab = 2,605, An = 2,765 und Natronanorthit (an künstlich von H. S. Washington dargestelltem Material bestimmt) = 2,571 eine Dichte von $\delta = 2,685$, die sich der gefundenen Dichte $\delta = 2,693$ sehr stark nähert und fast identisch ist mit der für die Magnetiteinschlüsse korrigierten Dichte $\delta = 2,684$.

Eigenschaften.

Reste der basaltischen Lava bedecken noch teilweise die Oberfläche der etwa 3,5 cm langen und 2 cm breiten Kristalle, die deshalb auch nicht goniometrisch gemessen werden konnten; sie sind nach der Achse *a* gestreckt und zeigen die Flächen (001), (010), (110) und ($1\bar{1}0$) von Kristallen des Feldspattypus. Nach der Fläche (001) ist ausgezeichnete Spaltbarkeit vorhanden, nach (010) unvollkommene Spaltbarkeit und nach (110) und ($1\bar{1}0$) nur eine Spur von Spaltbarkeit; sonst ist der Bruch muschelig, häufig zeigt sich ein milchartiger, opaleszierender Schein an den Kristallen. An zwei angrenzenden Lamellen nach dem Albitgesetz wurde der Winkel zwischen den Flächen (001) mit 8° 3′ gemessen; daraus folgt für den Winkel zwischen *M* und *P* ein Wert von 85° 59′, beim Albit beträgt dieser Winkel 86° 24′, beim Labradorit 86° 12′, beim Anorthit 85° 20′. Nach den Untersuchungen von E. Schmidt[1]) und E. A. Wülfing[2]) beträgt dieser Winkel bei Albit mit 5% An 86° 24½′ ± 2′, bei Andesin mit 30% An 86° 14′, bei Labradorit mit 49% An 86° 7½′ ± 2′, bei Labradorit mit 54% An 86° 5⅔′ ± 2′ und bei Anorthit mit 94% An 85° 49⅓′ ± 3′. An sorgfältig für die chemische Analyse ausgesuchtem Material wurde das spezifische Gewicht bestimmt und mit $\delta = 2,692$ bei 3° und $\delta = 2,693$ bei 17° gefunden; unter Berücksichtigung von 0,75 Gewichtsprozenten (oder 0,35 Volumprozenten) Magnetit als Einschlüsse, die sich bei der Analyse ergaben, beträgt die korrigierte Dichte $\delta = 2,684$. Für Albit mit 5% An ergibt sich für δ der Wert $\delta = 2,618$ [3]) für Andesin mit 35% An der Wert $\delta = 2,667$—$2,673$ [4]) (im Mittel $\delta = 2,670$), für Andesin der Zusammensetzung $An_{40}Ab_{57}Or_3$ der Wert $\delta = 2,679$,[5]) für Labradorit mit 49% An $\delta = 2,689$,[6]) für Labradorit mit 54% An $\delta = 2,693$,[6]) für Labradorit der Zusammensetzung $Ab_{39,5}An_{56,3}Or_{4,2}$ der Wert $\delta = 2,6982$,[7]) für Anorthit mit 94% An mit $\delta = 2,763 \pm 0,003$.[6]) Die Härte liegt bei 6.

Das Material eignete sich hervorragend für optische Untersuchungen. Zonarstruktur wurde nicht beobachtet. Die Brechungsquotienten wurden gefunden mit:

$$N_{\alpha\,Na} = 1,5549, \quad N_{\beta\,Na} = 1,5587, \quad N_{\gamma\,Na} = 1,5634,$$
$$N_\gamma - N_\alpha = 0,0085, \quad N_\gamma - N_\beta = 0,0047, \quad N_\beta - N_\alpha = 0,0038.$$

Der Winkel der optischen Achsen wurde im E. A. Wülfingschen Achsenwinkelapparat in Öl vom Brechungsquotienten $n = 1,559$ gemessen und

[1]) E. Schmidt, Chemie der Erde **1**, 351 (1915).
[2]) E. A. Wülfing, Sitzber. Heidelb. Ak., Abt. A, Jahrg. 1915, 13. Abh.
[3]) F. Becke, Tsch. min. Mit. **19**, 322 (1900).
[4]) O. Großpietsch, Sitzber. Wiener Ak., Math.-nat. Kl., Abt. I, **127**, 441 (1918).
[5]) F. Becke u. M. Goldschlag, Sitzber. Wiener Ak., Math.-nat. Kl., Abt. I, **127**, 502 (1918).
[6]) bei E. Schmidt, l. c.
[7]) R. Görgey bei O. Großpietsch, Tsch. min. Mit. **33**, 29 (1915).

hierbei an fünf Platten normal zur Bisectrix γ und einer Platte normal zu α mit folgenden Werten gefunden:

Platte	$2\,V_{Na}$	Dispersion	Optischer Charakter	Auslöschungswinkel α zu a
1	78° 0′	$\varrho > v$	+	28,0°
2	78 29	—	+	12,0
3	84 29	$\varrho > v$	+	6,2
4	85 41	—	+	33,0
5	89 27	—	−	11,9
6	88 59	—	−	13,0

An den Platten 4, 5, 6 wurde der supplementäre Winkel gemessen; aus den wechselnden Auslöschungsschiefen ergibt sich, daß die Platten nur angenähert normal zu den Bisektricen geschnitten waren. An der zur Messung der Brechungsquotienten verwendeten Platte wurde $2\,V_{Na} = 82^0\,48'$ gefunden, der optische Charakter war +. Die großen Abweichungen in den Werten, die verschiedene Kristalle ergaben, lassen sich entweder durch verschieden rasche Abkühlung erklären, analog den Verhältnissen bei Orthoklas und Sanidin oder durch wechselnde Zusammensetzung der einzelnen Kristalle.

Die Auslöschungswinkel auf P und M wurden mit wechselnden Werten ermittelt und zwar auf P (α zu a) mit $-0,6^0$ bis $-4,5^0$, auf M (α zu a) mit $-2,5^0$ bis -11^0. Dispersion der Bisektrix γ äußert sich in der eigentümlichen Auslöschung auf (010); γ steht ungefähr $\perp$ zu (010), β $\perp$ zu (001).

Vergleicht man diese Werte mit den für die Plagioklase geltenden Werten, so zeigt sich folgendes:

für	δ	α	β	γ	$\gamma - \alpha$	$2\,V_\gamma$	Auslöschung auf	
							P	M
$Ab_{63}An_{37}$ [1])	2,676	1,5464	1,5503	1,5542	0,0077	91,6°	− 1°	− 5,1°
$Ab_{48}An_{52}$ [2])	2,698	1,5553	1,5583	1,5632	0,0079	75°	− 6°	− 17,2°
Linosa-feldspat	2,684	1,5549	1,5587	1,5634	0,0085	ca. 82°	− 0,6° bis − 4,5°	− 2,5° bis − 11°

Es fallen die an dem Feldspat von Linosa gefundenen Werte teilweise außerhalb der Reihe der Werte zwischen Andesin und Labrador; so ist der kleinste Brechungsquotient N_α kleiner als beim Labradorit, die beiden anderen Brechungsquotienten N_β und N_γ sind höher als beim Labrador, die Doppelbrechung $N_\gamma - N_\alpha$ ist stärker; Dichte, Auslöschungswinkel auf M und P und der Wert für den Achsenwinkel liegen zwischen den für Andesin und Labradorit geltenden Werten.

Name und Vorkommen. Für die der Serie Orthoklas–Celsian analoge Gruppe von Feldspaten, welche Natronanorthit enthalten, müßten nach der Ansicht H. S. Washingtons und F. E. Wrights neue Namen eingeführt werden und sie schlagen für das untersuchte Glied dieser Serie den Namen **Anemousit** vor.

[1]) Mittelwerte der Andesine von Hohenstein und Esterel nach F. Becke und M. Goldschlag, l. c. S. 502.

[2]) F. Becke, Denkschr. Wiener Akad. **75**, I, 146.

Die Existenz des Natronanorthits in Feldspaten würde zur Folge haben, daß die optischen Eigenschaften eines solchen abnormalen Feldspates bei Benützung der üblichen Bestimmungsdiagramme für Feldspate auf einen Abreicheren Feldspat verweisen würden, als es der Wirklichkeit entspräche. Für die Petrographie ergeben sich durch die Annahme des Auftretens des Nephelinmoleküls als Natronanorthit in Feldspaten Möglichkeiten, daß je nach den herrschenden Bedingungen zum Beispiel Nephelintephrit oder Feldspatbasalt aus dem gleichen Magma erstarrt, oder daß in einem Gesteine, in dem Nephelin zu erwarten wäre, kein Nephelin auftritt u. dgl. m. Doch betonen H. S. Washington und F. E. Wright, daß die außerordentlich gute Übereinstimmung der zahlreichen sorgfältigen Bestimmungen an Feldspaten mit der Theorie, nur das Albit- und Anorthitmolekül sei an der Zusammensetzung der Plagioklase beteiligt, erwarten lasse, daß die Rolle des Natronanorthits als isomorphe Beimengung nicht überschätzt werden dürfe und als modifizierende Beimengung zumeist nur in geringer Menge vorhanden sein dürfte.

Synthese. Versuche zur Synthese hat E. Dittler[1]) noch vor Erscheinen der Arbeit von H. S. Washington und F. E. Wright unternommen, freilich ohne die Absicht, die von H. S. Washington und F. E. Wright aufgeworfenen Fragen zu prüfen. Es wurde die Reihe Labradorit—Nephelin untersucht und bei der Reihe Labradorit von Kamenoi Brod—Nephelin von Miass im Ilmengebirge das bemerkenswerte Resultat erhalten, daß sich unter den Ausscheidungsprodukten neben Labradorit und Nephelin ein Ca-ärmerer und Na-reicherer Plagioklas der Andesinreihe zeigte. Auch der bei dieser Versuchsreihe erhaltene künstliche Nephelin zeigte bemerkenswerte Struktureigenschaften, wovon später die Rede sein wird. Der Plagioklas der Andesinreihe könnte ein durch Beimengung des Natronanorthitmoleküls optisch veränderter Labradorit nach Art des Anemousits sein.

Natronanorthit—Carnegieit.

Von **H. Michel** (Wien).

Name. Für die anscheinend trikline Form des Moleküls $Na_2Al_2Si_2O_8$ haben die Autoren, welche vor dem Erscheinen der Arbeit von H. S. Washington und F. E. Wright[2]) die Möglichkeit dieser Modifikation erwogen oder sie künstlich darstellten, die Bezeichnung **Natronanorthit** gebraucht. H. S. Washington und F. E. Wright machten, nachdem sie diese Modifikation gleichfalls einwandfrei dargestellt hatten, geltend, daß diese Bezeichnung sich nicht den bei der Namengebung in der Feldspatgruppe üblichen Analogien anpasse. So bezeichnet Natronorthoklas nicht einen monoklinen Feldspat, der der Formel $NaAlSi_3O_8$ entspricht, sondern einen Orthoklas, in welchem ein Teil des Kaliums durch Na ersetzt ist. Es sei also die Bezeichnung Natronanorthit geeignet, in dieser Richtung eine analoge Auffassung zu erleiden. Auch sei es schwer, eine der in der Feldspatgruppe üblichen Bezeichnungen Ab, An, Or analoge Abkürzung zu finden. Schließlich sei diese Komponente, deren Existenz außer Zweifel

[1]) E. Dittler, Sitzber. Wiener Ak., math.-nat. Kl., Abt. I, **117**, 604 (1908).
[2]) H. S. Washington u. F. E. Wright, Am. Jouru. **29**, 52 (1910).

stehe, für die Theorie und Praxis so wichtig, daß sie einen eigenen Namen verdiene, und als diesen schlagen H. S. Washington und F. E. Wright die Bezeichnung **Carnegieit** vor; die Abkürzung würde **Cg** lauten. N. L. Bowen, der später das System $Na_2Al_2Si_2O_8$—$CaAl_2Si_2O_8$ systematisch untersuchte, hat den Namen Carnegieit akzeptiert, ebenso alle Autoren, die die Möglichkeit des Auftretens dieser Komponente in Feldspaten prüften. Dagegen hat W. T. Schaller[1]) in dem Referate über die Arbeit N. L. Bowens seiner Meinung Ausdruck gegeben, daß „das Belegen einer angenommenen Komponente, die nie in der Natur gefunden wurde, mit einem Mineralnamen und die Beibehaltung eines solchen Namens wie Carnegieit, nicht streng genug verurteilt werden kann". So richtig dieser Standpunkt sein mag, erscheint doch die Bezeichnung Carnegieit gegenüber „Natronanorthit" oder einem sonst neu zu bildenden Namen vorteilhafter. Die Entscheidung darüber, ob dieser Name beibehalten werden soll, muß auf einen Zeitpunkt verschoben werden, in dem festgestellt sein wird, in welchem Ausmaße und mit welchen Wirkungen Beimengungen dieses Moleküls in der Feldspatgruppe vorkommen.

Ältere Synthesen. Die Existenz eines Natronanorthits wurde zuerst von J. Lemberg[2]) vermutet; unter den Umständen, bei denen sich in der Natur Gesteine bilden, ist er unbeständig und in Gestalt eines metameren Silicates im Nephelin und in den Gliedern der Sodalithgruppe vorhanden. Es wird einen Andesin geben, der Na statt Ca enthält; basische Glieder von reinem Na-Plagioklas (reich an Natronanorthit) werden sich wahrscheinlich in der Natur nicht finden, weil es wahrscheinlich ist, daß ein wenig beständiges Molekül auch wenig beständige Verbindungen liefert, wenn eine große Anzahl dieser Moleküle sich mit wenig Molekülen einer anderen, aber für sich beständigen Art verbindet. Dagegen dürfte Albit, wenn er sich mit wenig Natronanorthit verbindet, beständige Mischkristalle liefern. An die Vermutungen J. Lembergs hat S. J. Thugutt[3]) angeknüpft, der entwässertes Nephelinhydrat im Leclerc-Fourquignonschen Ofen schmolz, rasch abkühlte und nicht den hexagonalen Na-Nephelin erhielt, wie er von F. Fouqué und M. Lévy[4]) sowie C. Doelter[5]) dargestellt wurde, sondern eine wahrscheinlich trikline Modifikation, den Natronanorthit J. Lembergs. Die unregelmäßig sechsseitigen Kriställchen der glasfreien Schmelze zeigten ausnahmslos wiederholte Zwillingsbildung, die Auslöschung ist niemals gerade und konnte an einzelnen Kriställchen zu ca. 36° bestimmt werden. R. C. Wallace[6]) erhielt im Jahre 1909 bei der Bearbeitung des Dreistoffsystemes Na_2O—Al_2O_3—SiO_2 im Schnitte $NaAlO_2$—SiO_2 bei der Darstellung der Verbindung $Na_2Al_2Si_2O_8$ ein Produkt vom spezifischen Gewicht 2,59, bei dem sich im Schliffe unter gekreuzten Nicols zwei unter Winkeln von 70—90° gekreuzte Liniensysteme zeigten, wodurch sich eine Ähnlichkeit mit Mikroklinstruktur ergab.

Neue Synthesen. H. S. Washington und F. E. Wright haben, um ihre Annahme zu stützen, die künstlich herstellbare trikline Modifikation, die im Geophysikalischen Institut zuerst im Jahre 1905 von Dr. Allen erhalten

[1]) W. T. Schaller, Z. Kryst. **55**, 394 (1915).
[2]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 1888, 641.
[3]) J. S. Thugutt, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **9**, 561 (1894).
[4]) F. Fouqué u. M. Lévy, C. R. **87**, 961 (1878); Synth. Min. Roch. S. 156 (1882).
[5]) C. Doelter, Z. Kryst. **9**, 321 (1884).
[6]) R. C. Wallace, Z. anorg. Chem. **63**, 1 (1909).

worden war, eingehend studiert; das Glas,[1]) welches man beim Zusammenschmelzen der Komponenten erhält, wird durch Erhitzen auf 1080° kristallin, aber auch aus der Schmelze wurde direkt das trikline Silicat erhalten.

Eigenschaften.

Es zeigte sich stets polysynthetische Zwillingsbildung nach Art der Albitlamellen, sowie an manchen Stellen eine gitterförmige Zwillingsbildung nach Art der Mikroklingitterung. Fig. 4 stellt diese mikroklinartigen Zwillingsbildungen, Fig. 5 die Zwillingsbildungen nach Art des

Fig. 4. Albitähnliche Zwillingsbildung an künstlichem Carnegieit nach H. S. Washington und F. E. Wright (85mal vergr.; gekreuzte Nicols).

Fig. 5. Mikroklinähnliche Zwillingsbildung an künstlichem Carnegieit; nach H. S. Washington und F. E. Wright (75mal vergr.; gekreuzte Nicols).

Albitgesetzes dar. Die Schwingungsrichtungen γ schließen in zwei anstoßenden Lamellen (analog den Albitlamellen) einen Winkel bis 88° ein, der Auslöschungswinkel γ' zur Zwillingsgrenze in der Zone der Symmetrie ändert sich wie bei den Plagioklasen mit der Lage des Schnittes, erreicht Werte bis zu 44° und wird zumeist zwischen 35 und 40° beobachtet; bei den Plagioklasen wird das Maximum des Auslöschungswinkels α' gegen die Zwillingsgrenze gemessen. Bisweilen tritt eine zweite Serie von Zwillingslamellen auf, die unter Winkeln von 57—63° symmetrisch zu den Albitlamellen liegt. Die Auslöschungsrichtungen sind so gelegen, daß wechselweise in den Individuen 1 und 2 der beiden Serien gleichzeitig Dunkelheit eintritt. Die Tendenz derartiger Zwillingsbildungen läuft daraus hinaus, ein hexagonales Netzwerk sich durchkreuzender Lamellen zu bilden, freilich ist meist ein System stärker entwickelt als das andere. Optische Untersuchungen sind an solchem Material schwer durchzuführen und so schwanken die gefundenen Werte meist etwas. Der optische Charakter ist negativ, der Winkel der optischen Achsen $2V = 36° \pm 5°$, die Brechungsquotienten ergaben sich mit $N_\alpha = 1{,}516 \pm 0{,}003$, $N_\gamma = 1{,}520 \pm 0{,}003$ (nach der Immersions-

[1]) Der Brechungsquotient dieses Glases wurde mit $n_{Na} = 1{,}5181$, $n_{Li} = 1{,}5148$, $n_{Tl} = 1{,}5208$ bestimmt.

methode bestimmt), der größte Wert für die Doppelbrechung wurde mit $N_\gamma - N_\alpha = 0{,}0042$ gefunden. Die Dichte wurde mit Pyknometer zu 2,571 bei 25° beobachtet.

Bemerkenswert ist, daß sich aus reinem natürlichen Nephelin beim Umschmelzen nicht Carnegieit, sondern nur Nephelin bildet, weil offenbar die stets anwesenden Beimengungen im natürlichen Nephelin die Stabilität des Carnegieites stark herabsetzen.

A. S. Ginsberg[1]) hat sich ungefähr gleichzeitig mit der synthetischen Darstellung des Nephelins beschäftigt und gleichfalls beim Erhitzen des Glases der Zusammensetzung von Nephelin auf 1500°—1600° ein gut kristallisiertes Produkt erhalten, welches eine an Mikroklin erinnernde Zwillungsbildung zeigt, eine Dichte von $\delta = 2{,}541$, schwache Doppelbrechung und Lichtbrechung besitzt; im konvergenten Lichte erweist sich das Produkt als zweiachsig mit kleinem Winkel der optischen Achsen, der optische Charakter ist negativ. Bei niedrigeren Temperaturen bildete sich Nephelin.

N. L. Bowen[2]) hat anläßlich der systematischen Untersuchung des Systemes $Na_2Al_2Si_2O_8$—$CaAl_2Si_2O_8$ an der reinen Komponente $Na_2Al_2Si_2O_8$ in der Form des Carnegieites folgende Beobachtungen gemacht. Immer ist polysynthetische Zwillingsbildung nach Art der Albitlamellen, oft mikroklinartige Gitterung zu beobachten, das Maximum der Auslöschungswinkel gegen die Zwillingsgrenze der Albitlamellen liegt bei 36°, die Brechungsquotienten wurden gefunden mit $N_\gamma = 1{,}514$, $N_\alpha = 1{,}509$, $N_\gamma - N_\alpha = 0{,}005$. Der optische Charakter ist negativ, $2V$ ist klein, etwa 12—15°, wahrscheinlich ist der Carnegieit triklin. Immer tritt er in runden Kristallkügelchen auf. Die Dichte wurde zu $\delta = 2{,}513$ bei 21° an sorgfältigst ausgesuchtem Material bestimmt. Für die Richtigkeit dieser Zahl spricht, daß bei Zugrundelegung derselben Nephelin und Carnegieit dem Gladstoneschen Gesetze entsprechen. Es ergibt sich das spezifische Brechungsvermögen für

$$\text{Carnegieit mit } \frac{1{,}512 - 1}{2{,}513} = 0{,}2037,$$

$$\text{Nephelin mit } \frac{1{,}535 - 1}{2{,}619} = 0{,}2042.$$

Aus dem Werte $\delta = 2{,}513$ ergibt sich für das Molekül $Na_2Al_2Si_2O_8$ ein Molekularvolumen von 113,3, eine von den für Albit und Anorthit geltenden Werten stark abweichende Zahl.

Dimorphie des Nephelinsilicates.

Aus diesen Untersuchungen geht unzweifelhaft hervor, daß das Silicat $Na_2Al_2Si_2O_8$ fähig ist, in einer dem Anorthit wahrscheinlich nahestehenden Kristallform aufzutreten, und daß die Annahme H. S. Washingtons und F. E. Wrights, im Anemousit sei diese trikline Komponente enthalten, nicht von vornherein abzuweisen ist.

Bisher wurde stillschweigend vorausgesetzt, daß das Silicat $Na_2Al_2Si_2O_8$ in seiner hexagonalen Form das Mineral Nephelin darstellt. Ohne auf die reiche Literatur eingehen zu können, die sich über die Frage der Zusammen-

[1]) A. S. Ginsberg, Z. anorg. Chem. **73**, 283 (1912).
[2]) N. L. Bowen, Am. Journ. **33**, 551 (1912).

setzung des Nephelins gebildet hat und die in diesem Handbuch durch Prof. C. Doelter im II. Bande, S. 209—228, ausführlich behandelt wurde, muß doch die Frage kurz beantwortet werden, ob der Carnegieit nur eine trikline Modifikation des Nephelins darstellt oder ob er nicht ein selbständiges neues Silicat ist.

Für die Beantwortung dieser Frage sind die grundlegenden Versuche C. Doelters[1]) entscheidend, die zur Klärung der verschiedeuen älteren Hypothesen über die Zusammensetzung des Nephelins im Jahre 1884 ausgeführt wurden. Es gelang die Darstellung eines reinen Nephelins der Zusammensetzung $Na_2Al_2Si_2O_8$, alle wesentlichen Eigenschaften stimmen mit denen des Nephelins überein. Dieses Silicat, mit einem Überschuß an SiO_2 geschmolzen, erstarrt nicht ganz kristallin, doch geht ein Teil des SiO_2-Überschusses in das Nephelinsilicat ein. Die Verbindung $K_2Al_2Si_2O_8$, sowie die Verbindung $K_2Al_2Si_4O_{12}$ wird vom Nephelinsilicat aufgenommen, wenn es vorherrscht. Auch die Verbindung $CaAl_2Si_2O_8$ wird vom Nephelin aufgenommen, dagegen verbleibt bei der Beimengung des Silicates $KAlSi_3O_8$ ein Glasrest, desgleichen mißlingt die Herstellung eines Nephelins mit der Beimengung $MgAl_2Si_2O_8$; reiner Ca-Nephelin konnte nicht dargestellt werden. Reiner Na-Nephelin wurde mehrfach dargestellt, so von G. Stein,[2]) R. Wallace,[3]) A. S. Ginsberg[4]) und schließlich von N. L. Bowen.[5]) A. S. Ginsberg und R. Wallace stellten auch das Silicat $Na_8Al_8Si_9O_{34}$ mit den Eigenschaften des Nephelins dar, N. L. Bowen[6]) einen Nephelin der Zusammensetzung $Na_2O . Al_2O_3 . 2{,}2 SiO_2$, der als homogene Masse kristallisierte.

Es gibt also einen Nephelin der Zusammensetzung $Na_2Al_2Si_2O_8$, der allerdings eine so ausgesprochene Neigung hat, beim Kristallisieren andere Moleküle aufzunehmen, daß er in der Natur, in der dies stets möglich ist, nie rein auftritt. Dieser reine Nephelin stimmt mit dem natürlichen in allen wesentlichen Eigenschaften überein. Damit ist die Dimorphie des Silicates $Na_2Al_2Si_2O_8$ erwiesen, es ist also der Carnegieit kein selbständiges reines Silicat, sondern nur die trikline Modifikation des Nephelins.

Die Frage, inwieweit reiner trikliner Nephelin–Carnegieit in der Natur zu erwarten ist, soll später erörtert werden, bis an der Hand der Untersuchungen über die Stabilität der beiden Phasen des Silicates $Na_2Al_2Si_2O_8$ die Existenzbedingungen gegeben werden, ebenso die Frage, welche Rolle der Carnegieit als Gemengteil natürlicher Plagioklase spielen kann. Auch die Frage nach der Konstitution des Carnegieites soll erst dann behandelt werden.

Das binäre System $Na_2Al_2Si_2O_8$—$CaAl_2Si_2O_8$.

Die Vermutung, die H. S. Washington und F. E. Wright ausgesprochen haben, daß Cg als isomorphe Komponente in der Plagioklasreihe auftreten könne, würde sich durch eine Reihe synthetischer Versuche überprüfen lassen. Bis jetzt ist in dieser Richtung besonders das Verhältnis des Nephelins und Carnegieites zu Anorthit durch die systematische Untersuchung von N. L.

---

1) C. Doelter, Z. Kryst. **9**, 321 (1884).
2) G. Stein, Z. anorg. Chem. **55**, 159 (1907).
3) R. Wallace, ebenda **63**, 1 (1909).
4) A. S. Ginsberg, ebenda **73**, 283 (1912).
5) N. L. Bowen, Am. Journ. **33**, 551 (1912).
6) N. L. Bowen, ebenda **33**, 49 (1912).

Bowen[1]) geklärt worden, wobei sich herausgestellt hat, daß das System Nephelin–Anorthit als Zweistoffsystem behandelt werden kann. Die Arbeit N. L. Bowens kann sich auf eine Reihe von **Vorarbeiten** stützen; so hat C. Doelter[2]) in der schon erwähnten Abhandlung die Existenz einer hexagonalen Modifikation des Anorthites nachgewiesen, die zwar nicht selbständig als Ca-Nephelin auftritt, wohl aber mit Nephelin hexagonale Mischkristalle bildet; auch anläßlich der Bearbeitung von Schmelzen des Granates von Aschaffenburg haben C. Doelter und E. Hussak[3]) auf die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens eines hexagonalen Kalknephelins hingewiesen. Schmelzversuche am Anorthit–Nephelinmagma hat J. Morozewicz[4]) durchgeführt, bei denen sich neben wenig Korund und Magnetit wohlausgebildete Kristalle von Plagioklas und Nephelin zeigten. Bei Versuchen in der Eläolith–Anorthitreihe, die H. Schleimer[5]) angestellt hat, ist als bemerkenswertes Ergebnis zu verzeichnen, daß der bei der Mischung 5 Eläolith–1 Anorthit auftretende Anorthit Schichtenbau aufwies, die Auslöschungsrichtung auf *P* bildete mit *M* einen Winkel von 30—34°. Neben Anorthit und Nephelin trat Korund, Sillimanit, bei der Mischung 1 Eläolith–1 Anorthit auch Ca-Spinell auf.

Eine eingehendere Bearbeitung des Systemes $Na_2Al_2Si_2O_8—CaAl_2Si_2O_8$ rührt von A. S. Ginsberg[6]) her, der vermutete, daß infolge der leichten Ersetzbarkeit von Ca und Na, des Auftretens der triklinen Modifikation des Nephelins und der strengen Analogie der Formel Mischkristalle auftreten würden. A. S. Ginsberg fand, daß das System Anorthit–Nephelin eine ununterbrochene Reihe fester Lösungen bilde, und zwar bilden sich aus den Schmelzen von 100—90% Nephelin trikline Kristalle, desgleichen aus den Schmelzen von 0—50% Nephelin, im Zwischenraum (90—50% Nephelin) sind einachsige Kristalle zu beobachten. Bei etwa 70% Nephelin erreicht die Schmelztemperatur ein bei 1130° gelegenes Minimum. Es herrscht also zwischen den beiden Komponenten Isodimorphie, es handelt sich um die Bildung einer festen Lösung, die ein Minimum besitzt und dem Typus III der Roozeboomschen Klassifikation entspricht.

H. S. Washington und F. E. Wright[7]) hatten Isodimorphie mit beschränkter Mischbarkeit für das Verhältnis von Carnegieit zu den Gliedern der Plagioklasreihe angenommen.

Noch vor Erscheinen der Arbeit von H. S. Washington und F. E. Wright hat E. Dittler[8]) Versuche in der Reihe Labradorit–Nephelin angestellt und bei den Mischungen aus Chemikalien gefunden, daß das Verhältnis 60 Labradorit zu 40 Nephelin dem Eutektikum am meisten entspricht; Labradorit scheidet sich bei etwa 1190—1130° aus, Nephelin bei 1130°, bei 1080° ist die Schmelze völlig erstarrt. Bei der Versuchsreihe mit natürlichen Komponenten (Labradorit von Kamenoi Brod, Nephelin von Miass im Ilmengebirge) tritt Labradorit als erstes Ausscheidungsprodukt auf, daneben Nephelin, ein Ca-

[1]) N. L. Bowen, Am. Journ. **33**, 551 (1912).
[2]) C. Doelter, Z. Kryst. **9**, 321 (1884).
[3]) C. Doelter u. E. Hussak, N. JB. Min. etc. 1884, I, 158.
[4]) J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. **18**, 47 (1898).
[5]) H. Schleimer, N. JB. Min. etc. 1908, II, 5.
[6]) A. S. Ginsberg, Z. anorg. Chem. **73**, 285 (1912).
[7]) H. S. W shington u. F. E. Wright, Am. Journ. **29**, 62 (1910).
[8]) E. Dittler, Sitzber. Wiener Ak., Math.-nat. Kl., Abt. I, **117**, 604 (1908).

ärmerer und Na-reicherer Plagioklas der Andesinreihe und Glas. Der Plagioklas der Andesinreihe könnte ein Glied der Anemousitgruppe sein, die zur Zeit dieser Versuche noch nicht aufgestellt war. Über die Strukturform des Nephelins sagt E. Dittler, von einem Kristallisationszentrum wüchsen die Nephelinleisten in einspringenden Winkeln von ca. 120° zu sechseckigen Querschnitten heran und bildeten auf diese Weise sehr hübsche ornamentartige Wachstumsformen.

Fig. 6.

Abkürzungen:

Ne = Nephelin, Cg = Carnegieit,
An = Anorthit, S = Schmelze.

N. L. Bowen hat bei seinen **vollständigen Untersuchungen des Systems $Na_2Al_2Si_2O_8—CaAl_2Si_2O_8$** nach den im geophysikalischen Institute üblichen Methoden gearbeitet. Die Erhitzungskurven geben infolge der langsam verlaufenden Reaktionen nur ungenaue Resultate, während die Methode der Abschreckung nach langer Erhitzung diese Gefahren vermeidet. Die im Diagramm, Fig. 6, verzeichneten Kurven stützen sich auf zahlreiche, nach der Abschreckungsmethode erhaltene Punkte, daneben wurden die bei der Aufnahme der Zeittemperaturkurven gefundenen Ergebnisse mitverwertet. Die Zusammensetzung des Eutektikums wurde so gefunden, daß mehrere Partien der gleichen Beschickung derart erhitzt wurden, daß eine Partie über die eutektische Temperatur erhitzt war, eine weniger stark. Die erste Partie zeigte dann bei der Abschreckung die noch überschüssige Phase als Kristalle im Glase.

Legende zum Diagramm (Fig. 6).

Bezeichnung im Diagramm	Temperatur °C	Ort des Gleichgewichtes	Zusammensetzung in Gewichts-%	
			Ne bzw. Cg	An
A	1526	Schmelzpunkt Cg	100	0
B	1352	Schmelze im Gleichgewichte mit Cg-Mischkristallen *D* und Ne-Mischkristallen *C*	71,5	28,5
C	1352	Ne-Mischkristalle im Gleichgewichte mit *B* und Cg-Mischkristallen *D*	82	18
D	1352	Cg-Mischkristalle im Gleichgewichte mit *B* und *C*	95	5
E	1248	Umkehrbare Umwandlung Ne $\rightleftarrows$ Cg	100	0
F	1304	Gesättigte Ne-Mischkristalle im Gleichgewichte mit Eutektikum *G* und gesättigten An-Mischkristallen *M*	65	35
G	1304	Eutektikum	54,5	45,5
M	1304	Gesättigte An-Mischkristalle im Gleichgewichte mit *G* und *F*	2	98
K	1550	Schmelzpunkt An	—	100

Aus der Tabelle (nach H. E. Boeke, Grundlagen der Physikalisch-chemischen Petrographie, Berlin 1915, 168) ist die Zusammensetzung der den einzelnen Punkten des Diagrammes entsprechenden Mischungen und die Art des Gleichgewichtes zu ersehen. Alle anderen Verhältnisse sind aus dem Diagramm abzulesen.

Der Anorthit wurde aus reinstem $CaCO_3$, Al_2O_3 und feinst ausgelesenem und behandeltem Quarz dargestellt; das Entweichen des Na bei der Darstellung des Nephelins wurde durch vorheriges langes Erhitzen auf 800° verhütet, während sonst bei der Darstellung des Nephelins sich stets ein Überschuß von Al_2O_3 in Form von Korund zeigte, weil eine wenn auch geringe Menge von Na sich verflüchtigte.

Die Umwandlungstemperatur des Nephelins in Carnegieit liegt bei 1248° und erhöht sich bei der isomorphen Ersetzung des Na_2 durch Ca auffallend, bei Zumischung von 18% An bis 1352° als oberste Grenze; dies ist darauf zurückzuführen, daß der Nephelin als die bei niederer Temperatur stabile Modifikation eine größere Aufnahmefähigkeit für die zugemischte Komponente besitzt als die bei höherer Temperatur stabile Form, hier Carnegieit. Tatsächlich vermag der Nephelin bis zu 35% des Ca-Silicates aufzunehmen, während der Carnegieit nur 5% Anorthit aufnimmt. Auf der anderen Seite vermag auch der Anorthit nur 2% Carnegieit aufzunehmen. Es besteht demnach das eutektische Gemenge von der Zusammensetzung 45% An 55% Nephelin aus Nephelinmischkristallen mit 35% An und Anorthitmischkristallen mit 2% Cg. Die in den einzelnen Feldern stabilen Phasen sind in dem Diagramm eingetragen. Auffallend ist das Ergebnis, daß Anorthit nur 2% Cg aufnehmen kann, während H. S. Washington und F. E. Wright zur Erklärung ihres Anemousites eine Aufnahmefähigkeit für Carnegieit bei der Mischung Ab_8An_{10} in der Höhe von 5,5% angenommen hatten.

Die bei der optischen Prüfung gefundenen Werte wurden teilweise bereits angeführt; in der folgenden Tabelle sind auch die optischen Daten der Nephelin–Anorthitmischkristalle gegeben worden, bei denen sich zeigte, daß bei einer Zumischung von 23% $CaAl_2Si_2O_8$ ein isotroper Nephelin entsteht, weil der Brechungsexponent ε durch diese Zumischung allmählich steigt, bei 23% dem Brechungsquotienten ω gleich wird und schließlich bei noch höherer Zumischung weiter steigt, so daß optisch positive Nephelinmischkristalle entstehen. Als merkwürdiger Zufall muß registriert werden, daß die Nephelinmischkristalle mit 23% An im Gleichgewichte sind mit einer Schmelze der Zusammensetzung 36% An, 64% Nephelin; das Glas dieser Zusammensetzung hat den gleichen Brechungsindex wie der isotrope Nephelin und dieser gefundene Brechungsindex stimmt auch annähernd mit dem aus den Brechungsquotienten für Carnegieitglas und Anorthitglas berechneten Werte überein (vgl. Tabelle S. 298).

Die von N. L. Bowen gefundenen Resultate entsprechen zwar nicht zahlenmäßig den Vermutungen H. S. Washingtons und F. E. Wrights, wohl aber prinzipiell. Es ist tatsächlich Isodimorphie mit beschränkter Mischbarkeit zwischen den beiden Komponenten vorhanden. Besonders ist zu bemerken, daß hier einer der theoretisch möglichen Typen H. W. Roozebooms vorliegt, welche sowohl feste Lösung als auch Enantiotropie umfassen.

Schmelzversuche mit natürlichem Material. Es sei noch hervorgehoben, daß Schmelzversuche, welche H. S. Washington und F. E. Wright sowie N. L. Bowen mit natürlichem Nephelin vom Magnet Cove unternahmen, nicht

	Beobachter	Kristallform, Zwillingsbildung	δ	$2V$	Opt. Char.	Brechungsquotient		Doppelbrechung	Maximaler Auslöschungswinkel in der Zone ⊥ zur Zwillingsebene (analog dem Albitgesetze)
Carnegieit	St. J. Thugutt	Wiederholte Zwillingsbildung	—	—	—	—		—	ca. 36°
	R. Wallace	Mikroklingitterung	2,59	—	—	—		—	
	F. E. Wright	Polysynthetische Zwillingsbildung, Mikroklingitterung	2,571 bei 25°	36° ± 5°	(−)	$N_\alpha = 1{,}516 \pm 0{,}003$ $N_\gamma = 1{,}520 \pm 0{,}003$		$N_\gamma - N_\alpha = 0{,}0042$	$M\gamma'$ 44° (meist niederer beobachtet)
	A. S. Ginsberg	Mikroklingitterung	2,541	klein	(−)	schwach		schwach	
	N. L. Bowen	Polysynthetische Zwillingsbildung, Mikroklingitterung	2,513 bei 21°	ca. 12° bis 15°	(−)	$N_\alpha = 1{,}509$ $N_\gamma = 1{,}514$		$N_\gamma - N_\alpha = 0{,}005$	36°
						N_ω	N_ε		
Nephelin mit	0% An	Gute hexagonale Kristalle	2,619	—	(−)	1,537	1,533	0,004	
	10 „ „	„	—	—	(−)	1,537	1,535	0,002	
	20 „ „	„	—	—	(−)	1,537	1,537	sehr schwach	
	23 „ „	„	—	—	isotrop	1,537	1,537	keine	
	25 „ „	„	—	—	(+)	1,537	1,537	sehr schwach	
	35 „ „	„	—	—	(+)	1,537	1,539	0,002	
Anorthit	H. L. Merwin bei N. L. Bowen		2,765	80° ± 3°	(−)	$N_\alpha = 1{,}576$ $N_\beta = 1{,}583$ $N_\gamma = 1{,}589$		$N_\gamma - N_\alpha = 0{,}013$	

zur Bildung von Carnegieit führten, obwohl bei den Versuchen mit künstlichen Gemischen die stabile Phase Nephelin aus der instabilen Phase der Schmelze nur über die metastabile Phase des Carnegieites erreicht wurde. Nephelin vom Magnet Cove schmilzt bei 1370° und gibt beim Erstarren Nephelin, verhält sich also wie Nephelinmischkristalle mit 28,5—35 % $CaAl_2Si_2O_8$. An isomorphen Beimischungen sind in diesem Nephelin $K_2Al_2Si_2O_8$ und SiO_2 hauptsächlich vorhanden, wodurch die Cg-Bildung ausgeschlossen wird. Nach H. E. Boeke[1]) ist durch diese Beimengungen wohl eine Erhöhung des Umwandlungspunktes bedingt.

Das binäre System $NaAlSiO_4$—$KAlSiO_4$

wurde kürzlich von N. L. Bowen[2]) behandelt; die Ergebnisse sind kurz folgende. Die kalihaltige Komponente tritt ebenso wie die natronhaltige in zwei Modifikationen auf, einer hexagonalen mit Nephelin isomorphen, dem Kaliophilit und einer rhombischen Form, die aragonitartige Zwillingsbildung zeigt. Diese rhombische Form ist oberhalb 1540° stabil und schmilzt in der Nähe von 1800°. Mit Carnegieit bildet die kalihaltige Komponente ein Eutektikum bei 1404°; eine Schmelze von der Zusammensetzung 27,5 % $KAlSiO_4$ und 72,5 % $NaAlSiO_4$ ist im Gleichgewicht mit Carnegieitmischkristallen der Zusammensetzung 16 % $KAlSiO_4$, 84 % $NaAlSiO_4$ und Nephelinmischkristallen der Zusammensetzung 35 % $KaAlSiO_4$, 65 % $NaAlSiO_4$. Es kann also der Carnegieit bis zu 16 % $KAlSiO_4$ in fester Lösung aufnehmen. Der Carnegieit ist nur oberhalb 1248° stabil, unterhalb dieser Temperatur ist aller Carnegieit in die hexagonale Modifikation umgewandelt. Die hexagonalen Modifikationen von $NaAlSiO_4$ und $KAlSiO_4$ bilden miteinander eine ununterbrochene isomorphe Mischungsreihe. (Angaben in Gewichtsprozenten.)

Im natürlichen Nephelin nimmt N. L. Bowen auf Grund dieser Bearbeitung des Systems neben den beiden Komponenten $NaAlSiO_4$ und $KAlSiO_4$ noch das Albit- und Anorthitmolekül als Beimengung an.

Konstitution.

Die Frage nach der Konstitution des Carnegieites und Nephelines hat N. L. Bowen nicht in Erwägung gezogen; dagegen hat H. S. Washington[3]) in einer Untersuchung über die Konstitution einiger Silicate das Carnegieitmolekül in Beziehung zu den anderen von ihm für die Feldspatgruppe angenommenen Molekülen gebracht. Um der strengen Theorie der Isomorphie, die er gibt, und die strenge Analogie des Formeltyps verlangt, gerecht zu werden, faßt H. S. Washington die Feldspatgruppe und analoge Gruppen als aus isomorphen Mischungen von Salzen bestehend auf, die sich von der Alumokieselsäure $nH_5AlSi_2O_8$ ableiten. Die fünf Wasserstoffatome werden durch 5wertige, von H. S. Washington **Integrale** genannte Atom-

[1]) H. E. Boeke, Phys. chem. Petrogr.. Berlin 1915, 167.
[2]) N. L. Bowen, Am. Journ. 43, 115 (1917).
[3]) H. S. Washington, Am. Journ. 34, 555 (1912).

gruppen vom Bau $(R'Si)^V$ oder $(R''Al)^V$ in selteneren Fällen auch $(R''Si_2)^X$ ersetzt, worin R' durch K, Na und Li, R'' durch Na_2, K_2, Ca und selten Ba oder Sr gegeben sind. Die Salze dieser Alumokieselsäure sind polymorph, im allgemeinen trimorph, repräsentiert durch den Anorthittypus, Nephelintypus und Leucittypus. Einen Hauptvorteil dieser Annahmen sieht H. S. Washington darin, daß die Ableitung von einer einzigen Säure erfolgt, wodurch er sich besonders in Gegensatz zu G. Tschermak[1]) setzt, der verschiedene Kieselsäuren für die Komponenten der Feldspatgruppe annimmt. Dagegen lehnt sich H. S. Washington mit diesen Formeln an die von P. Groth[2]) zuletzt angewendete Schreibweise für Ab und An an, der die Formeln $(NaSi)AlSi_2O_8$ und $(CaAl)AlSi_2O_8$ schreibt. Auch A. Streng[3]) hat eine ähnliche Tendenz wie H. S. Washington verfolgt, indem er die Formeln für Ab mit $Na_2Si_2 . Al_2Si_4O_{16}$ und für An mit $Ca_2Al_2 . Al_2Si_4O_{16}$ schrieb. Übrigens hat A. Streng die Wahrscheinlichkeit betont, daß auch in den Endgliedern, Albit und Anorthit, Ca und Na sich in wechselnden Mengen vertreten können, als $CaAl_2Si_6O_{16}$ und $Na_4Al_4Si_4O_{16}$, kam aber später[4] von dieser Ansicht wieder ab, nachdem C. F. Rammelsberg[5]) sich für die Reinheit der Endglieder der isomorphen Mischungsreihe ausgesprochen hatte. Das Molekül $\cdot Na_4Al_4Si_4O_{16}$ wäre nichts anderes als das trikline Carnegieitmolekül gewesen. Auch die von F. W. Clarke[6]) geäußerten Ansichten lehnt H. S. Washington ab. Auf die wohlbegründeten Theorien von G. Tschermak, P. Groth, sowie auf die Theorie der Alumokieselsäuren braucht hier nicht eingegangen zu werden, weil sie bereits früher ausführliche Darstellungen erfahren haben.[7]) In der jüngsten Zeit hat J. E. Reynolds[8]) Strukturformeln für Albit und Anorthit aufgestellt, welche sich an die Synthesen des Anorthites aus Calciumsilicalcyanid anschließen, Synthesen, die vielleicht für die Darstellung von Plagioklasen mit verschiedenen Beimengungen Bedeutung erlangen können, worauf O. Großpietsch hingewiesen hat.

Nach der Auffassung H. S. Washingtons sind an der Zusammensetzung **trikliner Feldspate** folgende Moleküle beteiligt:

Mikroklin $(KSi)AlSi_2O_8$, Anorthit $(CaAl)AlSi_2O_8$,
Albit $(NaSi)AlSi_2O_8$, Carnegieit $(Na_2Al)AlSi_2O_8$,
Calcium-Albit $(CaSi_2)(AlSi_2O_8)_2$.

Die Mischkristalle in der Plagioklasreihe setzen sich aus wechselnden Mengen dieser Komponenten zusammen. Zwischen den Oligoklas und Andesin stellt H. S. Washington den Sigterit (C. F. Rammelsberg), von dem später noch die Rede sein wird, zwischen Andesin und Labradorit den Anemousit, vor den Oligoklas den Anorthoklas, so daß er folgendes Schema gibt:

---

[1]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak., Math.-nat. Kl., Abt. I, **117**, 355 (1903).
[2]) P. Groth nach H. S. Washington, Am. Journ. **34**, 561 (1912).
[3]) A. Streng, N. JB. Min. etc. 1865, 411, 513.
[4]) A. Streng, N. JB. Min. etc. 1871, 598.
[5]) C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **18**, 223 (1866).
[6]) F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. US. 125; Z. Kryst. **28**, 326.
[7]) Vgl. dies Handbuch, Bd. II, C. Doelter, Konstitution der Silicate, S. 61—109.
[8]) J. E. Reynolds, Proc. Roy. Soc., Serie A 88, No. A. 600, 1913. — O. Großpietsch, Tsch. min. Mit. **33**, 45 (1914).

	Anorthoklas m-Mikroklin n-Albit
Oligoklas Ab_3An_1	
	Sigterit $\left\{ \begin{array}{l} 4\,(KSi)AlSi_2O_8 \\ 2\,(NaSi)AlSi_2O_8 \\ 9\,(Na_2Al)AlSi_2O_8 \end{array} \right\}$
Andesin Ab_1An_1	
	Anemousit $\left\{ \begin{array}{l} 8\,(NaSi)AlSi_2O_8 \\ 10\,(CaAl)AlSi_2O_8 \\ 1\,(Na_2Al)AlSi_2O_8 \end{array} \right\}$
Labradorit Ab_1An_3	

In der **monoklinen** oder **pseudomonoklinen Adularuntergruppe**, die den Orthoklas mit der Formel $(KSi)AlSi_2O_8$, den Barbierit $(NaSi)AlSi_2O_8$ und den Celsian $(BaAl)AlSi_2O_8$, sowie den aus m-Orthoklas und n-Barbierit bestehenden Natronorthoklas und den aus m-Orthoklas und n-Celsian bestehenden Hyalophan umfaßt, nimmt H. S. Washington nicht die Gegenwart eines dem Cg entsprechenden Moleküles an.

W. T. Schaller[1]) hat die Beziehungen der Komponenten der Feldspatgruppe, darunter das Cg-Molekül, unter Annahme der von F. W. Clarke aufgestellten Typenformeln $AlR'SiO_4$ und $AlR'Si_3O_8$ folgend schematisch dargestellt:

Verbindung	Hexagonal	Monoklin	Triklin
$AlNaSiO_4$	Hauptbestandteil des Nephelins, künstlich dargestellt	—	Künstlich dargestellt.[2]) Natürliches Vorkommen nur in Mischungen (Carnegieit)
$AlKSiO_4$	Kaliophilit	—	—
$AlCa\,{}^1/_2\,SiO_4$	In kleinen Mengen in den kalkhaltigen Nephelinvarietäten anwesend.[3])	Celsian ist das entsprechende Baryumsalz	Anorthit
$AlNaSi_3O_8$	Natürliches Vorkommen nur in Mischungen im Nephelin	Barbierit	Albit
$AlKSi_3O_8$	—	Orthoklas	Mikroklin
$AlCa\,{}^1/_2\,Si_3O_8$	—	—	—

Für die monokline Reihe der Feldspate nimmt demnach W. T. Schaller keine Beimengung eines dem Cg entsprechenden Moleküles, sowie auch keine das Anorthitmolekül ersetzende monokline Verbindung an.

---

[1]) W. T. Schaller, Z. Kryst. **50**, 343 (1912).
[2]) Wohl auch in der Natur vorkommend; vgl. den folgenden Abschnitt.
[3]) N. L. Bowen hat Mischkristalle mit 35% An hergestellt.

Beobachtete reine Vorkommen in der Natur.

Bezüglich des Vorkommens des Carnegieites in der Natur hebt N. L. Bowen[1]) hervor, daß mit Sicherheit Carnegieit noch nicht nachgewiesen wurde. Dies ist darauf zurückzuführen, daß das Existenzgebiet des Cg höher liegt, als die durchschnittlich bei der Kristallisation der Gesteinsgemengteile in Frage kommenden Temperaturen. Der natürlich vorkommende Nephelin ist wohl stets als solcher entstanden und nicht als Umwandlungsprodukt eines primären Cg aufzufassen. Durch Beimengungen, die der Nephelin in fester Lösung aufnehmen kann, wird der Umwandlungspunkt beeinflußt; so bedingt die Beimengung des Moleküles $CaAl_2Si_2O_8$ eine beträchtliche Erhöhung, desgleichen wohl auch das Molekül $KAlSiO_4$ und SiO_2. Andere Beimengungen sind noch nicht auf ihre Wirkung geprüft worden, reichen jedoch in ihrer Wirkung voraussichtlich nicht aus, um die Umwandlungstemperatur so weit herabzudrücken, daß sich Carnegieit ausscheiden würde. Bei nephelinreichen Magmen scheidet sich auch kein Cg aus, wie die Schmelzversuche mit Nephelin von Magnet Cove ergeben haben. H. S. Washington und F. E. Wright[2]) haben die Möglichkeit hervorgehoben, daß Cg mit Mikroklin verwechselt werden könne, wenn er allein auftrete. Bei der Kristallisation aus einem Magma wird es von verschiedenen Umständen abhängen, ob sich das Molekül $Na_2Al_2Si_2O_8$ allein als Nephelin oder in Form des Cg in isomorpher Mischung mit Plagioklasen ausscheidet, woraus sich dann die Möglichkeit ergibt, daß aus einem Magma verschiedene Gesteinstypen entstehen können (l. c., S. 64).

Wenn man von mehrfachen Angaben über das Auftreten von zweiachsigem Nephelin in der Natur (so zitiert R. Brauns[3]) derartige Beobachtungen A. Breithaupts) absieht, bleibt nur ein Fall übrig, bei dem es sich möglicherweise um das Auftreten von Carnegieit in einem Gestein handelt. E. Esch[4]) hat aus Nepheliniten des Vulkans Etinde in Kamerun Nepheline beschrieben, welche nach ihrem optischen Verhalten dem triklinen System angehören. Schnitte parallel der angenommenen *c*-Achse löschen nicht gerade aus, der Auslöschungswinkel beträgt bis zu 8^0; in Schnitten, die scheinbar regelmäßig sechsseitige Umgrenzung zeigen, beträgt der Auslöschungswinkel häufig 15^0 bis 20^0. Im konvergenten Lichte zeigen die sechsseitigen Schnitte fast stets das Interferenzbild einer negativen spitzen Mittellinie mit einem Winkel der optischen Achsen von ca. $5-10^0$, selten auch 20^0 und darüber. Zwillingsbildungen konnten nachgewiesen werden nach den Flächen $(10\bar{1}1)$, $(33\bar{6}5)$, $(20\bar{2}1)$, wenn man sich der hexagonalen Deutung der Flächen bedient; häufig sind alle drei Gesetze am Aufbau eines Individuums beteiligt, so daß die Deutung der einzelnen Sektoren, in die dann das Individuum zerfällt, sehr schwer wird. Die sechsseitigen Schnitte zerfallen meist in sechs Einzelindividuen, die rechtwinkligen Schnitte lassen verschiedene Durchdringungsformen erkennen. Die Doppelbrechung ist schwach, der mittlere Wert für die Brechungsquotienten beträgt 1,5376. Dieser Brechungsquotient wäre zwar der des Nephelins, es kann aber auch die trikline Modifikation durch verschiedene Zumischung eine Lichtbrechung in dieser Höhe zeigen, wenn auch

[1]) N. L. Bowen, Am. Journ. **33**, 571 (1912).
[2]) H. S. Washington u. F. E. Wright, Am. Journ. **29**, 66 (1910).
[3]) R. Brauns, Opt. Anom. d. Krist. 1891, 124.
[4]) E. Esch, Sitzber. Berliner Ak. 1901, 400.

die Brechungsquotienten für Carnegieit bedeutend tiefer liegen. Die Frage, ob die zweiachsige Doppelbrechung ursprünglich oder sekundär ist, beantwortet E. Esch im ersteren Sinne; dafür spricht die durchgreifend befundene trikline Anlage und der Umstand, daß die Wärme die optischen Eigenschaften nicht fundamental verändert. Die nicht selten beobachtete Einachsigkeit kann echt oder durch Kreuzung zweiachsiger Lamellen entstanden sein.

Die Gesteine des Vulkans Etinde sind durchaus frisch, die porphyrischen Nephelinite, aus denen diese Einsprenglingsnepheline stammen, haben glatten Bruch. Der Nephelin der Grundmasse zeigt keine optischen Anomalien. Die Einsprenglinge von Nephelin — oder Carnegieit — würden sich demnach bei hoher Temperatur gebildet haben, infolge des Eruptionsaktes fand ein außerordentlich rascher Temperaturabfall statt, innerhalb dessen eine Umwandlung des Carnegieites nicht erfolgen konnte, so daß die trikline Modifikation erhalten blieb.

Die von F. Fouqué und A. Michel-Lévy[1]) hergestellten künstlichen Nepheline zeigten Zwillingsrosetten mit dreiseitigen, optisch verschiedenen Sektoren, die wohl einem der an diesen Nephelinen (Carnegieiten) festgestellten Zwillingsgesetze entsprechen.

Ähnliche Strukturen haben sich bei der künstlichen Darstellung von Nephelin öfters gezeigt; analoge Beobachtungen machte A. Lagorio[2]) beim Studium der von J. Lemberg dargestellten Kristalle des Kalinephelins. Er fand einen komplizierten Zwillingsbau nach Art des bei Aragonit beobachteten Baues, die Einzelindividuen gehören wahrscheinlich dem rhombischen System an, der Achsenwinkel ist klein, optischer Charakter negativ, Brechungsquotient gleich dem des Canadabalsams, Doppelbrechung schwach.

Beobachtete Vorkommen als Beimengung zu Gliedern der Feldspatgruppe.

Außer den von E. Esch beschriebenen Nephelinen ist kein Vorkommen bekannt geworden, welches als Cg gedeutet werden könnte. Dagegen sind mehrfach Beimengungen des Carnegieitmoleküls in Feldspaten zur Erklärung abweichender optischer Eigenschaften oder Unstimmigkeiten in den Analysenzahlen angenommen worden.

So haben J. E. Hibsch und A. Scheit[3]) den Sanidin aus dem Leucitbasanit vom Eulenberge bei Leitmeritz, der bereits durch Untersuchungen von V. v. Zepharovich[4]) und J. Gränzer[5]) bekannt war, neuerlich analysiert und seine physikalischen Eigenschaften bestimmt, wobei sie zu dem Schlusse kamen, daß in dem Sanidin das Carnegieitmolekül zugegen sein müsse. J. Gränzer hatte Abweichungen von der monoklinen Kristallgestalt beobachtet, die ihn veranlaßten, trikline Form für das Mineral anzunehmen. Die Dichte des Minerales beträgt $\delta = 2{,}568$, der Brechungsexponent $N\alpha_{Na} = 1{,}519$ (wie beim Orthoklas). Ebene der optischen Achsen in der Symmetrieebene, $2E = 80^0\ 32'$, Dispersion um α $v > \varrho$, Auslöschung auf M (010) $a:\alpha = +5^0$.

[1]) F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, C. R. **187**, 961 (1878) und Synth. Min. Roch. 1882, 156.
[2]) A. Lagorio bei Z. Weyberg, ZB. Min. etc. 1908, 401.
[3]) J. E. Hibsch u. A. Scheit, Tsch. min. Mit. **30**, 459 (1911).
[4]) V. v. Zepharovich, Z. Kryst. **10**, 601 (1885).
[5]) J. Gränzer, Tsch. min. Mit. **9**, 277 (1890).

Die neue Analyse ergab die unter III stehenden Zahlen, unter I wurden die Werte der von F. Reinitzer ausgeführten und von V. v. Zepharovich veröffentlichten Analyse, unter II die der von A. Ortmann ausgeführten und von J. Gränzer veröffentlichten Analyse, unter IV sind Zahlen für einen Sanidin vom Vesuv, unter V die theoretischen Zahlen für Orthoklas gegeben.[1])

	I.	II.	III.	IV.	V.
Na_2O	1,84	1,26	1,93	1,60	—
K_2O	15,00	12,87	15,73	14,00	16,9
MgO	—	0,31	0,25	—	—
CaO	0,165	0,38	0,60	0,40	—
Al_2O_3	19,465	18,72	18,58	19,10	18,4
Fe_2O_3	—	—	1,48	—	—
SiO_2	63,64	65,11	61,46	65,20	64,7
H_2O beim Glühen	—	0,403	0,75	—	—
H_2O im Gebläse	—	0,097	—	—	—
	100,11	99,15	100,78	100,30	100,00

Der Wassergehalt der Analysen ist bei der Berechnung nicht berücksichtigt, ebenso der Gehalt an Fe_2O_3.

Aus Analyse I ergibt sich die Zusammensetzung mit 45 Or + 4 Ab + An + 4 Cg, aus Analyse II mit 21 Or + 4 Ab + An, aus Analyse III mit 16 Or + An + 3 Cg. Infolge der Beimengung des Cg-Moleküles ist die Lichtbrechung und die Dichte trotz des Gehaltes an An nicht erhöht. Es ist demnach das untersuchte Mineral ein Sanidin, der geringe Mengen von Anorthit, von Carnegieit und bisweilen auch von Albit in isomorpher Mischung enthält und der wohl längere Zeit einer hohen Temperatur ausgesetzt war.

H. S. Washington hat in seiner Studie über die Konstitution einiger Silicate außer dem Pseudoleucit auch den „Sigterit" C. F. Rammelsbergs in Betracht gezogen und als Beispiel für das Auftreten des Moleküles $Na_2Al_2Si_2O_8$ in der Plagioklasgruppe angeführt.

C. F. Rammelsberg[2]) hatte als Sigterit ein Feldspatmineral von Sigterö, das große Ähnlichkeit mit dem Albit zeigte, aber eine merkwürdige Zusammensetzung besaß, beschrieben. Es ergab sich für ihn die Formel $(Na, K)_2Al_2Si_3O_{10}$ oder bei geänderter Schreibweise die Zusammensetzung $(Na, K)_2Al_2Si_6O_{16} . 3 ((Na, K)_2Al_2Si_2O_8)$, wovon das erste Glied Albit und das zweite ein Alkalianorthit wäre. Die gefundenen Analysenzahlen waren folgende:

	1.	2.	3.	4.	5.
Na_2O	13,31	13,63	13,14	13,90	14,58
K_2O	5,00	3,96	—	5,23	4,24
MgO	—	0,16	—	—	—
CaO	0,66	0,98	0,66	—	—
FeO	1,34	1,97	—	—	—
Al_2O_3	29,54	28,64	—	30,86	30,64
SiO_2	49,71	50,16	49,91	50,01	50,54
Glühverlust	0,42	0,42	—	—	—
	99,98	99,92	—	100,00	100,00

[1]) Zitiert nach J. E. Hibsch u. A. Scheit, Tsch. min. Mit. **30**, 470 (1911).
[2]) C. F. Rammelsberg, N. JB. Min. etc. 1890, II, 71.

Die unter 1, 2, 3 stehenden Zahlen wurden bei der Analyse erhalten, unter 4 steht die umgerechnete Analyse 1, unter 5 die umgerechnete Analyse 2, bei denen 3,84% bzw. 6,03% $RSiO_3$ abgezogen wurden.

Zwar hat C. A. Tenne[1]) später gezeigt, daß der Sigterit kein einheitliches reines Mineral darstellt, sondern ein Gemenge von Albit und Eläolith; doch bemerkt C. F. Rammelsberg in der Nachschrift zu dieser Mitteilung, daß das Gemenge jedenfalls ein sehr gleichmäßiges sein muß, weil sich bei den einzelnen Analysen eine große Übereinstimmung gezeigt hatte. H. S. Washington weist auf die Analogie hin, die zwischen der Zusammensetzung des Sigterites und des Anemousites besteht und erklärt die Tatsache, daß der Sigterit 60% der hexagonalen Modifikation des $Na_2Al_2Si_2O_8$ enthält, während der stabile Anemousit nur 5,6% der triklinen Modifikation des gleichen Silicates enthält, damit, daß der Sigterit Mischkristalle repräsentiert, die bei gewöhnlicher Temperatur unstabil sind und in ihre Komponenten zerfallen. Nach H. S. Washington ist der Sigterit ein selbständiges Mineral mit trikliner, plagioklasartiger Form, welches einen eigenen Namen verdient, aber bei gewöhnlicher Temperatur unbeständig ist. Die Zusammensetzung berechnet H. S. Washington mit 26 Orthoklas, 13 Albit und 60 Nephelin oder $(^2/_3\,Or\,^1/_3\,Ab)_2Ne_3$.

In der gleichen Studie erwähnt H. S. Washington einen Brief, in dem ihn Prof. F. Zirkel darauf aufmerksam machte, daß der von J. F. Williams[2]) analysierte Plagioklas vom Monte Amiata bei Siena Analogien in der Zusammensetzung mit dem Anemousit aufweist. Diese Analysen sind aber an sehr wenig Material durchgeführt, die SiO_2 ist aus der Differenz bestimmt, so daß ein exakter Vergleich nicht möglich ist; immerhin zeigt sich eine Ähnlichkeit mit dem Anemousit; H. S. Washington gibt an, es müsse eine Beimengung des Carnegieitmoleküles bis zu 13% angenommen werden. Die Dichte beträgt $\delta = 2{,}682$ und dürfte etwas zu hoch bestimmt sein.

Schließlich sind in dem von F. Becke[3]) erwähnten Phonolith vom Kelchberg Andesineinsprenglinge vorhanden, deren Untersuchung durch M. Goldschlag begonnen wurde und die mit großer Wahrscheinlichkeit das Vorhandensein von Cg in diesem Andesin ergeben hat. Die Untersuchung muß aber erst abgeschlossen werden.

Möglichkeiten des Vorkommens von Carnegieitbeimengungen in Feldspaten.

Die Möglichkeiten des Auftretens des Carnegieitmoleküles in der Natur sind sehr mannigfaltig, wenn ihnen auch von vornherein gewisse Grenzen gezogen sind. So wird sich das Auftreten wohl in der Hauptsache auf Gesteine der atlantischen Sippe F. Beckes[4]) beschränken, die mit ihrem Kieselsäuregehalt unter dem Sättigungsniveau bleiben; der Abhängigkeit der Feldspate vom Chemismus der atlantischen Gesteine ist in der genannten Arbeit ein eigenes Kapitel gewidmet (l. c., S. 231). Dagegen hat sich bei der Untersuchung von Andesin durch F. Becke und † M. Goldschlag[5]) sowie O. Groß-

[1]) C. A. Tenne, N. JB. Min. etc. 1891, II, 206.
[2]) J. F. Williams, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 5, 419 (1887).
[3]) F. Becke, Anz. d. Wiener Ak. 1917, Nr. 7, S. 4 und Sitzber. Wiener Ak., Math.-nat. Kl., Abt. I, 127, 473 (1918).
[4]) F. Becke, Tsch. min. Mit. 22, 209 (1903).
[5]) F. Becke u. † M. Goldschlag, Anz. d. Wiener Ak. 1917, Nr. 7, S. 4 und Sitzber. Wiener Ak., Math.-nat. Kl., Abt. I, 127, 473 (1918).

pietsch[1]) gezeigt, daß die aus Gesteinen der pazifischen Sippe und aus einem quarzhaltigen Pegmatit in Amphibolit stammenden Andesine in der Lage ihrer optischen Achsen den von F. Becke[2]) gezeichneten Achsenbahnen folgen und daß bei ihnen die Beimengung eines Cg-Moleküles ausgeschlossen ist. Mit dieser Einschränkung ist also das Auftreten von Cg-Beimengungen von vornherein behaftet.

Das Vorkommen des Cg-Moleküles in Alkalifeldspaten und zwar sowohl monoklinen als auch triklinen wird zunächst zu betrachten sein. H. S. Washington[3]) rechnet nicht mit dem Auftreten in der monoklinen oder pseudomonoklinen „Adular sub group", dagegen nimmt er eine Zumischung zu dem triklinen Anorthoklas an, wodurch er den „Sigterit" C. F. Rammelsbergs als Glied der Plagioklasreihe einreiht. Die Zugehörigkeit des Cg-Moleküles zum triklinen System würde die Möglichkeit einer Beimischung zu monoklinen Feldspaten allein nicht ausschließen, da Moleküle von ganz verschiedenem Charakter namentlich bei hoher Temperatur feste Lösungen miteinander bilden können.[4])

In einer bemerkenswerten Abhandlung hat E. Mäkinen[5]) den ganzen mit den Alkalifeldspaten zusammenhängenden Fragenkomplex behandelt und ist zu Ergebnissen gekommen, welche besonders bei experimenteller Prüfung der Frage des Vorkommens von Cg in Alkalifeldspaten wegen zu erwartender Analogien von großer Wichtigkeit wären. E. Mäkinen hat in dieser Arbeit freilich nur das Vorkommen und die Beziehungen der Moleküle vom Typus $RAlSi_3O_8$ untersucht und Analysen, die größere Abweichungen zeigten, ausgeschaltet. Von vornherein auszuschließen ist aber das Auftreten des Cg-Moleküles in Alkalifeldspaten gewiß nicht. E. Mäkinen erörtert das Verhältnis von Orthoklas zu Mikroklin, die Frage der Dimorphie des Albitmoleküles (monoklin—triklin) sowie das Verhältnis zwischen Kali- und Natronfeldspat, die Frage der beschränkten oder unbeschränkten Mischkristallbildung, die Bildung der perthitischen Alkalifeldspate und den Zusammenhang zwischen physikalischen und chemischen Eigenschaften. In Übereinstimmung mit den von F. Becke[6]) ausgesprochenen Ansichten über die Entmischung ursprünglich physikalisch homogener Mischungen von Albit in Kalifeldspat (in fester Lösung) und den Untersuchungen von H. E. Johansson,[7]) R. Herzenberg,[8]) E. Dittler[9]) kommt E. Mäkinen zu dem Ergebnis, daß die Alkalifeldspate bei hoher Temperatur eine praktisch unbeschränkte Mischbarkeit zeigen und daß bei niedrigerer Temperatur eine Mischungslücke vorkommt, welche mit sinkender Temperatur immer größer wird. Der Natronfeldspat kristallisiert in allen Temperaturgebieten triklin, bei gewöhnlicher Temperatur sind Mikroklin, Albit und die aus diesen zusammengesetzten Perthite die stabilen Alkalifeldspate, während monokline und innerhalb sehr weiter Konzentrationsgrenzen auch alle homogenen Alkalifeldspate bei gewöhnlicher Temperatur als meta-

[1]) O. Großpietsch, Sitzber. Wiener Ak., Math.-nat. Kl., Abt. I, **127**, 439 (1918).
[2]) F. Becke, Tsch. min. Mit. **25**, 1 (1906).
[3]) H. S. Washington, Am. Journ. **34**, 564 (1912).
[4]) H. E. Boeke, Phys. chem. Petrogr. S. 166.
[5]) E. Mäkinen, Geol. För. Förh. Stockholm **39**, 121 (1917).
[6]) F. Becke, Denkschriften Wiener Ak. **75**, I, 99 (1906).
[7]) H. E. Johansson, Geol. För. Förh. Stockholm **27**, 338 (1905).
[8]) R. Herzenberg, Dissertation. Kiel 1911.
[9]) E. Dittler, Tsch. min. Mit. **31**, 513 (1912).

stabil anzusehen sind. Aus diesen Untersuchungen ergibt sich besonders, welche große Rolle der Feststellung des Temperaturgebietes, innerhalb dessen die betrachtete Mischung stabil ist, bei der Lösung aller dieser Fragen zukommt.

Die Frage über das Verhältnis von Kalifeldspat zu Kalkfeldspat streift E. Mäkinen nur. Ob man einen Ca-Albit als Beimengung im Kalifeldspat annimmt, wie dies H. S. Washington[1]) und A. Schwantke[2]) tun, oder einen Ca-Anorthit, ist für die Frage der Beimengung des Cg-Moleküles belanglos. Dagegen wäre es wichtig, zu wissen, wieweit Mikroklin als stabiler Kalifeldspat, Orthoklas und Sanidin als metastabile Kalifeldspate einerseits, Albit andererseits und schließlich die bei höherer Temperatur stabilen homogenen Mischungen, die Natronorthoklase und Anorthoklase das Cg-Molekül aufnehmen können. Wenn die Ansicht H. S. Washingtons richtig ist, daß der Sigterit C. F. Rammelsbergs ein nur bei hoher Temperatur beständiges Mineral von trikliner, plagioklasartiger Beschaffenheit ist und sich die gewiß sehr gleichmäßige Mischung von Albit und Nephelin, aus der der Sigterit bei gewöhnlicher Temperatur besteht, durch Entmischung gebildet hat, müßte man für einen Anorthoklas der Zusammensetzung 26 Orthoklas und 13 Albit eine Aufnahmsfähigkeit für 60 Teile des Cg-Moleküles annehmen. Über die Frage der Löslichkeit des Cg-Moleküles in Albit hat sich J. Lemberg bei der Annahme des „Natronanorthites“ dahin geäußert, daß er Mischlinge von Albit mit Natronanorthit für möglich und beständig halte, während der Natronanorthit allein bei gewöhnlichen Verhältnissen unbeständig ist. Außer dem Sigterit wäre hier nur noch der von J. E. Hibsch und A. Scheit oben beschriebene Sanidin zu erwähnen.

Bei den triklinen Ca–Na-Feldspaten kann eine Zumischung entweder mit der Ca-Komponente allein, für die sie experimentell nachgewiesen ist, oder auch mit der Na-Komponente erfolgen. Jedenfalls ist die Aufnahmsfähigkeit des An für Cg mit 2% (Gewichtsprozente) so gering, daß man unbedingt eine Löslichkeit in Ab annehmen muß und ebenso eine erhöhte Löslichkeit in den Gliedern der Mischungsreihe Ab–An, um die Fälle erklären zu können, die für die Existenz des Cg-Moleküles als beweisend herangezogen werden können. Mit Rücksicht auf die großen Unterschiede im Molekularvolumen wird im allgemeinen keine große Wahrscheinlichkeit bestehen, daß Cg in beträchtlicherer Menge den Plagioklasen beigemengt ist. Weil die Plagioklasreihe aber eine der besonders chemisch und optisch am besten durchgearbeitete isomorphe Mischungsreihe ist, muß jeder Umstand, der geeignet sein könnte, die in sorgfältiger Arbeit ermittelten Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und physikalischen Eigenschaften zu stören, um so größere Aufmerksamkeit erfordern.

Wirkungen der Beimengung von Carnegieit in der Feldspatgruppe.

In den Analysen äußert sich, wie beim Anemousit gezeigt wurde, die Existenz des Cg-Moleküles zunächst in einem SiO_2-Mangel der Analyse, während Al_2O_3 in geringem Überschuß vorhanden ist. Es stimmt das Verhältnis $SiO_2 : Al_2O_3$: Alkalien nicht mit dem bei Plagioklasen üblichen Verhältnis. Aber auch ohne Analyse wird ein Plagioklas mit beigemengtem Cg-Molekül

[1]) H. S. Washington, l. c., S. 564.
[2]) A. Schwantke, ZB. Min. etc. **10**, 311 (1909).

Abweichungen von den Normen zeigen, die auffallen müssen. So deutete ein Teil der physikalischen Eigenschaften des Anemousites auf einen Labradorit, ein Teil auf einen Andesin; es stehen also die physikalischen Eigenschaften untereinander nicht in dem gewohnten gesetzmäßigen Zusammenhang. Im besonderen müßte sich ein Gehalt an Cg-Molekül, soweit sich aus den bisherigen, freilich noch nicht vollständigen Untersuchungen erwarten läßt, in dem Sinne äußern, daß die Dichte herabgesetzt wird, daß die Brechungsquotienten erniedrigt werden und der Achsenwinkel um die Mittellinie α kleiner wird. Die optische Orientierung deutete im Falle des Anemousites auf einen Plagioklas mit anscheinend höherem Gehalt an Ab. Die Analyse zeigte ein Verhältnis Ab_4An_6, die optischen Eigenschaften verwiesen teils auf einen Plagioklas der Zusammensetzung Ab_1An_1, teils auf einen Andesin mit etwa 42—45 % An. Der allgemeine Sinn der durch Cg-Beimengung hervorgerufenen Änderungen in den optischen Eigenschaften geht also dahin, einen an Albit reicheren Plagioklas vorzutäuschen.

O. Großpietsch[1]) hat anläßlich der Besprechung von Untersuchungen an Labradorit darauf hingewiesen, daß die von F. Becke[2]) ausgesprochene Ansicht, daß die optischen Anomalien der Plagioklase auf das verschiedene Molekularvolumen von Ab und An zurückzuführen seien, weshalb also optisch deformierter Albit und Anorthit in der Mischung vorhanden sei, in noch höherem Maße auf die Cg-Beimengung und ebenso auf die Or-Beimengung Anwendung finden müßte. Das Molekularvolumen des Albites gibt F. Becke[3]) mit 100,3, das des Anorthites mit 100,7 an (nach E. T. Allen und A. L. Day würde das Molekularvolumen von Albit etwas größer sein als das für Anorthit), das Molekularvolumen des Carnegieites berechnet sich unter Zugrundelegung der von N. L. Bowen gefundenen Zahl $\delta = 2{,}513$ für die Dichte zu 113,3, also in hohem Maße verschieden von dem des Albites und Anorthites. Trotzdem werden aber einige Prozente des Carnegieites beigemengt sein müssen, um Änderungen zu erzielen, die größer sind als die möglichen Beobachtungsfehler. H. S. Washington und F. E. Wright haben beim Anemousit eine Beimengung von $5\frac{1}{2}$ % Cg angenommen (für andere Beispiele müßte man noch höhere Beimengungen annehmen) und selbst darauf hingewiesen, daß die Übereinstimmung der bisher gefundenen Beziehungen zwischen optischen Eigenschaften und Zusammensetzung so auffallend gut und oft wiederholt beobachtet wurde, daß keine große Wahrscheinlichkeit für das häufige Auftreten des diese Regelmäßigkeit störenden Cg-Moleküles zu erwarten sei; N. L. Bowen hat die Löslichkeit für Cg im Anorthit mit 2 % festgestellt. Für die Aufnahmefähigkeit der Plagioklase für das Carnegieitmolekül und Beimengungen überhaupt spielen wahrscheinlich die bei der Erstarrung der Gesteine herrschenden äußeren physikalischen Umstände eine große Rolle. Vielleicht läßt sich auch die Variabilität in den optischen Eigenschaften bei basischen Labradoriten, auf die F. Becke[4]) aufmerksam gemacht hat, in dem Sinne deuten, daß infolge verschiedener äußerer Umstände aus chemisch gleich zusammengesetzten Gesteinsmagmen Plagioklase mit etwas abweichenden Beimengungen kristallisieren. So haben die Labradore aus vulkanischen Ge-

[1]) O. Großpietsch, Tsch. min. Mit. **33**, 27 (1914).
[2]) F. Becke, Tsch. min. Mit. **25**, 37 (1906).
[3]) F. Becke, l. c., S. 36.
[4]) F. Becke, Tsch. min. Mit. **25**, 37 (1906).

steinen der Azoren ihre Achse *A* nach M. Lévy näher an der Prismenzone als die aus Gabbrogesteinen nach E. A. Wülfing und W. Luczizky (nach F. Becke, l. c., S. 38).

Daß das Carnegieitmolekül von Plagioklasen aufgenommen werden kann, muß wohl als sicher angenommen werden, aber ebenso sicher geschieht dies wohl nicht in größerer Menge. Daß infolge der Cg-Beimengung der üblichen Ableitung der chemischen Zusammensetzung der Plagioklase aus den optischen Eigenschaften der Boden entzogen würde, wie dies H. E. Boeke[1]) bei häufigerem Auftreten des Carnegieites befürchtet, ist nicht anzunehmen. Die Bestimmungsdiagramme, die gegenwärtig im Gebrauch sind, lassen nur eine Ermittlung des Verhältnisses Ab:An zu. Eine dritte Komponente abzulesen, gestatten sie nicht, es ließen sich nur Korrekturtabellen anlegen, in denen der Einfluß von Beimengungen ausgeglichen würde.

Um den Einfluß zu prüfen, den die Beimengung des Cg-Moleküles auf die optischen Eigenschaften der Plagioklase haben müßte, wäre es zunächst nötig, an reinem Carnegieitmaterial die optische Orientierung derart genau festzulegen, daß etwa zunächst für die Mischungen mit Albit und Anorthit die Isopolarisationskurven ermittelt werden könnten. Für durch Cg-Beimengungen veränderte Albit- und Anorthitmoleküle ließen sich dann weitere theoretische Betrachtungen anstellen. Freilich darf man sich hierbei nicht verhehlen, daß infolge der großen Unterschiede der Komponenten im Molekularvolumen in der Natur starke Abweichungen von den theoretisch zu ermittelnden Werten zu gewärtigen sein werden. An natürlichem Material müßten chemische und optische Untersuchungen gemacht werden, um diese theoretischen Werte zu überprüfen und richtig zu stellen. Den theoretischen Werten käme weniger zahlenmäßige Bedeutung zu, als prinzipielle. Vorbildlich könnte für eine derartige Untersuchung die zusammenfassende Bearbeitung sein, die F. Becke[2]) der Plagioklasreihe und der Celsian–Hyalophan–Adularreihe widmete. Experimentelle Untersuchungen zur Lösung dieser Fragen scheiterten an der Schwierigkeit, genügend reines Material zu erhalten, welches für die Ermittlung grundlegender optischer Konstanten geeignet wäre.

Versuche von E. Dittler[3]) in der Reihe Labrador–Nephelin wurden schon erwähnt; es wurde ein dem Andesin nahestehender Plagioklas neben Labrador erhalten, doch sind die ermittelten Daten nicht näher angegeben worden.

Verhältnis des Carnegieites zu anderen Beimengungen in der Feldspatgruppe.

Aber selbst mit einer einwandfreien Ermittlung der Beziehungen des Carnegieites zu den Plagioklasen wäre das Problem für natürliche Verhältnisse noch nicht gelöst. Es müßte zumindest noch das Verhältnis des Orthoklases (oder wahrscheinlich Mikroklines) und des Kaligehaltes überhaupt zu den Plagioklasen sowie das Verhältnis des Carnegieites zum Mikroklin und zum Kaligehalt schlechtweg geklärt sein, um sagen zu können, was auf Rechnung des Cg-Moleküles und was auf die des Kaligehaltes zu setzen ist. Daß gerade der K-Gehalt in diesem Falle nicht vernachlässigt werden darf, ist darin begründet, daß die carnegieitverdächtigen Plagioklase auch stets nennens-

[1]) H. E. Boeke, Phys. chem. Petrogr. 1915, 159.
[2]) F. Becke, Tsch. min. Mit. **25**, 37 (1906).
[3]) E. Dittler, Sitzber. Wiener Ak., Math.-nat. Kl., Abt. I, **117**, 604 (1908).

werte K-Beimengungen haben. Nun hat O. Großpietsch[1]) in einer graphischen Darstellung gezeigt, daß die Beimengung des Or-Moleküles bisweilen eine Erniedrigung der Dichte mit sich bringt, die ganz beträchtlich das berechnete Ausmaß überschreitet, und wird dadurch fast zu der Annahme gedrängt, daß der Kaligehalt in einer anderen als der bisher angenommenen Form vorhanden sei. Es könnte die geringe Dichte des Anemousites nach O. Großpietsch auch durch die K-Beimengung bedingt sein, und der Kaligehalt der Plagioklase könnte in Form eines Kalinephelins (Kaliophilites) beigemengt sein.

Diese Annahme ist nicht von der Hand zu weisen, wenn neben einer angenommenen Cg-Beimengung ein Kaligehalt vorhanden ist. In diesem Falle könnte stets auch statt einer Cg-Beimengung der Kaligehalt als in Form des Moleküles $K_2Al_2Si_2O_8$ (statt $KAlSi_3O_8$ wie bisher vermutet) vorhanden angenommen werden, um das SiO_2-Manko zu erklären; es könnte aber auch neben Carnegieit Kaliophilit vorhanden sein oder schließlich Mikroklin, Kaliophilit und Carnegieit. Das würde sich ausschließlich nach der Größe des Kieselsäuremankos und dem Gehalt an Kali richten. In Analysen, die keinen Kieselsäuremangel zeigen, wäre selbstverständlich eine Annahme des Kaligehaltes in Form von Kaliophilit ausgeschlossen. Im Sigterit C. F. Rammelsbergs war bereits eine Komponente $(NaK)_2Al_2Si_2O_8$ als Alkalianorthit angenommen worden, also gewissermaßen ein Carnegieit—Kaliophilit Mischkristallmolekül.

Eine Bestätigung dieser Anschauungen hat sich auch bei der Untersuchung des Systems $NaAlSiO_4$—$KAlSiO_4$ durch N. L. Bowen[2]) ergeben. Carnegieit kann bis zu 16 % $KAlSiO_4$ in fester Lösung aufnehmen. Es könnten also durch die Carnegieitbeimengung erhebliche Mengen des Moleküles $KAlSiO_4$ in die Plagioklase eingeführt werden. Durch die Tatsache, daß das Carnegieitmolekül das Molekül $KAlSiO_4$ aufnehmen kann, ist auch die Wahrscheinlichkeit gegeben, daß das Albit- und Anorthitmolekül das Molekül $KAlSiO_4$ allein (nicht als Beimengung in Carnegieit) aufnehmen könnten.

Weiter hat A. S. Ginsberg[3]) eine Modifikation des Silicates $K_2Al_2Si_2O_8$ dargestellt, von der er schreibt, daß sie sehr an Natronanorthit erinnere, namentlich die charakteristische Zwillingsstreifung zeige.

In den meisten Fällen wird der Kaligehalt wohl in Form des Mikroklines zugegen sein, aber die Möglichkeit einer Beimengung auch in Form einer dem Natronanorthit beigemengten und analogen Modifikation wird man bei der Prüfung des ganzen Fragenkomplexes ins Auge fassen müssen. Für die Beimengung des Kaligehaltes in Form von Mikroklin sprechen die Versuche E. Dittlers, der sich mit der Darstellung kalihaltiger Plagioklase beschäftigte.

Daß auch die Beimengung eines Kaligehaltes in Form von Orthoklas (oder Mikroklin) merkliche Abweichungen in den optischen Eigenschaften zur Folge hat, haben zuletzt die Untersuchungen von F. Becke und M. Goldschlag[4]) an einem etwa 8 % Or enthaltenden Andesin von Japan gezeigt,

[1]) O. Großpietsch, Tsch. min. Mit. **33**, 39 (1914).

[2]) N. L. Bowen, Am. Journ. **43**, 115 (1917).

[3]) A. S. Ginsberg, Z. anorg. Chem. **73**, 290 (1912). — Bezüglich weiterer Ausbildungsformen des Silicates $K_2Al_2Si_2O_8$ sei auch auf die Arbeit von J. Weyberg, ZB. Min. etc. 1908, 395 verwiesen, in der die frühere Literatur zusammengefaßt ist.

[4]) F. Becke u. M. Goldschlag, Sitzber. Wiener Ak., Math.-nat. Kl., Abt. I, **127**, 503 (1918).

der merklich aus der Reihe heraustritt und sich besonders durch niedrigere Werte der Licht- und Doppelbrechung kennzeichnet. Jedenfalls hat der Kaligehalt einen ähnlichen Einfluß wie eine Cg-Beimengung.

Schließlich wäre auch daran zu denken, ob nicht das Cg-Molekül eine größere Neigung zeigen könnte, mit dem Mikroklin Mischkristalle zu bilden, und ob nicht zwischen dem Kaligehalt der Plagioklase und der Carnegieitbeimengung Beziehungen bestehen. Das Molekularvolumen für reine Kalifeldspatsubstanz berechnet F. Becke[1]) mit 109,4. Ebenso wie der Celsian mit dem Molekularvolumen 111 mit Orthoklas eine isomorphe Reihe bildet, dagegen weniger Neigung hat, mit Plagioklasen Mischkristalle zu bilden, könnte dies auch beim Carnegieit mit dem noch höheren Molekularvolumen zutreffen.

Der Einfluß der Carnegieitbeimengung auf die optischen Eigenschaften dürfte wohl nicht größer sein, als der des Kaligehaltes der Plagioklase, den man bisher ohne wesentliche Schädigung der Richtigkeit der Bestimmungsergebnisse vernachlässigt hat.

Von anderen, wenn auch nur seltener und in geringeren Mengen auftretenden Beimengungen können wohl der Li- und Mg-Gehalt ganz vernachlässigt werden. Beide Stoffe könnten in Gestalt isomorpher Silicate beigemengt sein. Größere Aufmerksamkeit würde dagegen der Ba-Anorthit (Celsian) erfordern, der auch mehrfach Gegenstand synthetischer Versuche war. F. Fouqué und A. Michel-Lévy[2]) stellten den Celsian und dessen Mischungen mit dem Albitsilicat etwa in den Verhältnissen Oligoklas, Labrador, Anorthit dar, konnten bei keinem dieser Versuche Zwillingsbildung beobachten und schlossen aus der geraden Auslöschung der Mikrolithe auf das rhombische System. Schmelzen von Celsian und Orthoklas, die der natürlichen Reihe Celsian–Hyalophan–Adular entsprechen, hat E. Dittler[3]) hergestellt und ebenfalls zum größten Teil gerade auslöschende Kristalle erhalten. In der Natur kommt der Celsian unzweifelhaft monoklin vor und bildet wohl infolge seines höheren Molekularvolumens, vielleicht auch infolge einer von J. Lemberg[4]) festgestellten innigeren Beziehung von K und Ba in natürlichen Silicaten vornehmlich mit Kalifeldspat Mischkristalle. Schließlich hat A. Des Cloizeaux[5]) einen Barytplagioklas beschrieben, der zweifellos triklin war. Diese trikline Modifikation kommt auch in der Plagioklasreihe als Beimengung vor. Auch der Einfluß dieser Beimengung könnte bemerkbar sein. Andererseits hat Z. Weyberg[6]) einen Ba-Nephelin hergestellt, so daß sich also das Silicat $BaAl_2Si_2O_8$ analog dem Silicat $Na_2Al_2Si_2O_8$ verhält.

Jedenfalls ist zur Klärung der Frage, inwieweit Carnegieit als Gemengteil der Plagioklase in der Natur vorkommt und wie er die optischen Eigenschaften der Plagioklase beeinflußt, ein umfangreiches Material zu sichten, da ein ganzer Komplex von Möglichkeiten zu erwägen ist.

Versuche, die neuen röntgenographischen Untersuchungsmethoden zur Aufhellung des Verhältnisses der Komponenten der Feldspatgruppe zu ver-

---

[1]) F. Becke, Denkschriften Wien. Ak. **75**, I, 17 (1903).
[2]) F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, C. R. **87**, 700 (1878); Synth. Min. Roch. 1883, 145.
[3]) E. Dittler, Tsch. min. Mit. **30**, 118 (1911).
[4]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 1888, 628.
[5]) A. Des Cloizeaux, Tsch. min. Mit. **7**, 99 (1877).
[6]) Z. Weyberg, ZB. Min. etc. 1905, 138.

wenden, sind bereits gemacht worden. So hat F. Rinne[1]) Strukturmodelle von Albit, Anorthit und Orthoklas gegeben und die Wirkung studiert, die der Ersatz von Bauteilen, z. B. von K durch Na hervorruft. Weitere Untersuchungen hat in dieser Richtung A. Hadding[2]) angestellt.

Nefedjewit.

Von **P. Tschirwinsky.**

Synonym: Nephedejewit.

Analyse.

MgO	4,60
CaO	2,83
Al_2O_3	17,75
Fe_2O_3	0,62
SiO_2	51,33
H_2O unter 110°	9,51
H_2O über 110°	13,66
	100,30

Mittel aus zwei Analysen aus der Umgebung von Troizelawsk (Transbaikalien); anal. A. Fersmann und L. Zitladewa, Bull. Ac. St. Petersbourg 1913, S. 677.

Aus der Analyse wird folgende Formel berechnet:

$$0,97\ RO . 1,04\ R_2O_3 . 5\ SiO_2 . 4,46\ H_2O . 3,10\ H_2O$$

oder

$$RR_2Si_5O_{14} . 7\ H_2O.$$

Eigenschaften. Schäumt mit Wasser, besonders mit Meerwasser, absorbiert Fette und Farbstoffe. Härte 1,5. Dichte 2,25.

Der Name ist von P. Pusyrewski im Jahre 1872 vorgeschlagen worden für ein Mineral aus Nertschinsk. Die Verfasser glauben, daß die Mineralien Stolpenit, Delaunit, Montmorillonit als Nefedjewite zu bezeichnen sind. Sie sind der Ansicht, daß das Mineral „Kil" von Bachtschisarai (Krim) nach einer Analyse von G. Kasperowitsch ähnlich sei. Die Analyse dieses ergab nach Mitteilung von Prof. Tschirwinsky:

MgO	5,41
CaO	2,72
FeO	1,12
Al_2O_3	16,28
Fe_2O_3	0,92
SiO_2	51,00
H_2O	19,79
$CaCO_3$	2,48
	99,72

[1]) F. Rinne, Z. anorg. Chem. **96**, 347 (1916).
[2]) A. Hadding, Act. Lund. N. F. **14**, 2, Nr. 23 (1918).

Deekit.

Von **C. Doelter** (Wien).

Es ist dies ein Umwandlungsprodukt des Melliliths.

Analysen.

	1.	2.	3.
Na_2O	0,17	0,17	0,15
K_2O	2,25	2,26	2,24
MgO	2,23	2,24	2,11
CaO	3,15	3,16	2,93
Al_2O_3	9,99	10,03	9,70
Fe_2O_3	1,56	1,57	1,52
SiO_2	61,94	62,19	63,04
H_2O unterhalb 110°	5,48	—	—
H_2O 110—180° . .	10,93	18,38	16,92
H_2O oberhalb 180°.	1,90	—	1,41
	99,60	100,00	100,02

Aus dem Mellilithgestein Bergalith durch Behandlung mit conc. Salzsäure isoliert. Der Bergalith stammt vom Kaiserstuhl (Baden).

1. Analysenresultate; anal. M. Dittrich bei J. Soellner, Mitt. bad. geol. L.-Anstalt **7**, 434 (1913).
2. Auf 100% berechnete Analysenresultate.
3. Aus der unten angegebenen Formel berechnete Zahlen.

Formel. Aus der Analyse ergibt sich die Formel:

$$(H, K, Na) . (Mg, Ca) (Al, Fe) . 2(Si_2O_5)_5\, 9H_2O .$$

Ob dieser Rest, welcher durch Salzsäure nicht angegriffen wird, ein homogenes Mineral darstellt, ist nicht zu entscheiden. J. Soellner faßt die Verbindung auf als das Hydrat eines sauren dimetakieselsauren Salzes.

Eigenschaften. In HCl unlöslich, $\delta = 2{,}1$. Wird beim Erhitzen trüb und undurchsichtig. Optisch einachsig. Doppelbrechung schwach negativ. Lichtbrechung annähernd 1,49. Farbe schwacherbsengelb.

Vorkommen. Tritt als Pseudomorphose nach Mellilith auf und zwar in einem Ganggestein von Oberbergen.

Echellit.

Wahrscheinlich orthorhombisch.

Analyse.

Na_2O	4,1
K_2O	schwache Spur
CaO	7,2
Al_2O_3	40,0
SiO_2	34,5
H_2O	14,4
	100,2

Abitibi River, N. Ontario (Canada); anal. N. L. Bowen, Amer. mineralogist **5**, 1 (1920).

Formel. Aus der Analyse berechnet N. L. Bowen:

$$Na_2O + CaO : Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O = 1,00 : 2,02 : 2,97 : 4,15.$$

Daraus ergibt sich

$$(CaO, Na_2O) . 2Al_2O_3 . 3SiO_2 : 4H_2O.$$

Der Überschuß von Wasser erklärt sich durch Anwesenheit von hygroskopischem Wasser.

Wegen des Atomverhältnisses 1:2:3:4 wird der Name Echellit aus dem französischen Worte échelle (Leiter) abgeleitet.

Eigenschaften. Vorkommen in fein faserigen Massen. Härte zirka 5 Farbe weiß. Kommt mit Calcit vor.

Die Brechungsquotienten sind:

$N_\alpha = 1,530$; $N_\beta = 1,533$; $N_\gamma = 1,545$; $2V = 50^0 \pm 5'$.

In Salzsäure löslich.

Der Autor vergleicht die Formel des Minerals mit jener des Zoisits:

Echellit . . . $(Ca, Na_2)(AlOH)_2Al_2(SiO_4)_3 . 3H_2O$

Zoisit . . . $Ca_2(AlOH)Al_2(SiO_4)_3$.

Sphenoklas.

Analyse.

MgO	6,25
CaO	26,50
MnO	3,23
FeO	4,77
Al_2O_3	13,04
SiO_2	46,08
	99,87

Von Gjelleback in Norwegen mit Wollastonit und Edelforsit im Kalkstein; anal. F. v. Kobell, Journ. prakt. Chem. **91**, 348 (1864).

Eigenschaften. Derb splitteriger Bruch.

Härte 5,5—6. Dichte 3,2. Glanz blaßgraugelb.

Vor dem Lötrohre zu grünlichem Glas schmelzbar. Von Säuren schwer angreifbar. Nach dem Erhitzen leicht zersetzbar, unter Abscheidung von Kieselgallert (mit Salzsäure).

Formel. Nach C. F. Rammelsberg[1]) ist

$$R : Al_2 : Si = 6 : 1 : 6,$$

daher die Formel:

$$R_6Al_2Si_6O_{21},$$
$$Fe, Mn : Mg : Ca = 1 : 1,4 : 4,2.$$

Maskelynit.

Tesseral, nach G. Tschermak; kommt in Körnern vor.

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 600.

Analysen.

	1.	2.
Na_2O	4,9	5,1
K_2O	1,2	1,3
MgO	Spur	—
CaO	11,1	11,6
FeO	4,7	—
Al_2O_3	24,8	25,7
SiO_2	54,3	56,3
	101,0	100,0

1. Aus Meteorit von Shergotty (Indien); anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **65**, I, 127 (1872).
2. Auf 100 umgerechnet, nach Abzug von MgO, FeO und Fe_2O_3.

Eigenschaften. Härte bis 6,5. Dichte 2,65.

Vor dem Lötrohre schwer schmelzbar zu durchsichtigem Glas.

Nach P. Groth[1]) steht das Mineral kristallographisch dem Leucit nahe.

G. Tschermak erklärte es später für wahrscheinlich, daß ein geschmolzener Feldspat vorliege.

Eisen- und Mangansilicate.

Wir fassen hier die Silicate dieser beiden Elemente zusammen.

Es handelt sich hier um komplexe Silicate, welche außer Tonerde oder Eisenoxyd als zweiwertiges Metall Ferroeisen oder zweiwertiges Mangan enthalten. Die einfachen Mangan- und Eisensilicate wurden bereits in Bd. II, Abt. 1 behandelt, so die Olivine, Pyroxene, Amphibole u. a.

Die Zahl der Silicate, welche als zweiwertige Metalle Eisen oder Mangan enthalten, ist keine sehr große; immerhin sind einige wichtige Mineralien darunter. Zum Teil haben wir schon Gruppen behandelt, in welche sich solche Glieder einreihen, die statt Calcium oder Mangnesium, Eisen oder Mangan enthalten, zum Teil sind es auch selbständige Mineralien.

Zu letzteren gehören: Lièvrit (Ilvait), Ganophillith, Inesit (Manganzeolithe). Zu ersteren gehören namentlich: Mangan- und Eisengranate, dann die eisenhaltigen Glieder der Chloritgruppe, nämlich die Leptochlorite: Daphnit, Chamosit, Metachlorit, Thuringit, Cronstedtit, Diabantit, Aphrosiderit, Delessit, Grängesit, Melanolith, Glaukonit, Seladonit u. a.

Die Anordnung ist hier so getroffen worden, daß zuerst die reinen Eisen- und Mangansilicate, wie Lièvrit, Ganophillith, Inesit; dann die Granate und die der Chloritgruppe beigezählten Mineralien kommen, schließlich einige andere, nicht unbedingt diesen zuzuzählende Mineralien.

Lièvrit (Ilvait).

Synonyma: Yenit, Lepor.

Varietät: Rafisiderit. (Nach F. Zambonini.)[2])

Rhombisch bipyramidal (rhombisch holoedrisch).

$a:b:c = 0{,}6665:1:0{,}4427$ (nach A. des Cloizeaux).

[1]) P. Groth, Tab. Übersicht 1889, 136.
[2]) F. Zambonini, Mem. com. geol. **7**, 118 (1919).

Analysenzusammenstellung. Da die Zahl der Analysen eine geringe ist und die Unterschiede keine großen sind, so ist eine besondere Anordnung nicht notwendig. Es wurden nur einige Analysen, welche sich durch geringen Kalkgehalt auszeichnen, besonders gestellt.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
CaO . . .	13,69	13,78	12,44	12,78	13,33	13,58
MnO . . .	—	1,59	1,50	1,01	0,74	—
FeO . . .	35,20	31,90	35,93	34,12	33,09	34,49
Al_2O_3 . . .	—	0,61	—	—	—	0,85
Fe_2O_3 . . .	19,55	23,00	18,61	20,84	21,26	19,79
SiO_2 . . .	29,36	29,28	29,83	29,34	29,67	28,87
H_2O . . .	2,20	1,27	1,60	2,43	2,32	1,91
	—	101,43	99,91	100,52	100,41	99,49

Sämtliche von Rio marino aus der Eisenlagerstätte von Torre de rio (Elba).

1. Theoretische Zusammensetzung.
2. anal. F. Stromeyer, mit Eisenbestimmung von F. v. Kobell, Schweiggers Journ. **62**, 192 (1821).
3. anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **50**, 157, 340. Spätere Eisenbestimmung in Z. Dtsch. geol. Ges. **22**, 897 (1870); siehe auch Min.-Chem. 1875, 660.
4. anal. Städeler, Journ. prakt. Chem. **99**, 79.
5. anal. L. Sipöcz, Tsch. min. Mit., Beil. J. J. k. k. geol. R.A. 1875, 72.
6. A. Baschieri, Proc. verb. soc. sc. nat. tosc. in Pisa **17**, 31 (1908).

	7.	8.	9.	10.	11.
δ	—	—	—	—	3,95
Na_2O . . .	—	—	—	0,29	—
K_2O . . .	—	—	—	0,20	Spur
MgO . . .	—	—	—	0,30	—
CaO . . .	13,24	13,71	14,38	13,71	13,23
MnO . . .	8,66	1,97	2,20	3,02	0,51
FeO . . .	22,70	33,50	33,28	31,83	33,78
Al_2O_3 . . .	—	—	—	0,36	0,63
Fe_2O_3 . . .	26,18	20,30	19,48	20,16	19,81
SiO_2 . . .	27,53	29,30	29,62	29,93	29,61
H_2O . . .	0,34	1,90	2,24	0,42	2,73
	98,65	100,68	101,20	100,22	100,30

7. Kontaktprodukt von Herbornseelbach (Nassau); anal. H. Seger bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 661.
8. Aus Sodalithsyenit von Kangerdluarsuk (Grönland); anal. J. Lorenzen, Min. Mag. **5**, 65 (1882); Z. Kryst. **7**, 609; **9**, 243 (1884).
9. Aus Augitsyenit von Siorarauit (Grönland); anal. Chr. Christensen bei L. B. Böggild, Medd. om Grönl. **25**, 43 (1902); Z. Kryst. **39**, 110 (1903).
10. Von Elba, Rio marino; anal. W. Early bei J. E. Reynolds, Ch. N. **36**, 85 (1877); Proc. Roy. Ir. Acad. **3**, 52 (1877).
11. Vom Monte Arco, Ostküste von Elba, dicht schwarz; anal. E. Manasse, Atti soc. tosc. sc. nat. Memorie **28**, 112 (1912); Z. Kryst. **55**, 317 (1915).

	12.	13.
Na_2O	0,08	—
MgO	0,15	0,18
CaO	13,02	15,89
MnO	5,15	3,24
FeO	29,14	29,93
Al_2O_3	0,52	0,32
Cr_2O_3	—	0,13
Fe_2O_3	20,40	20,80
SiO_2	29,16	18,09
H_2O bei 105°	0,15	1,62
H_2O über 105°	2,64	
	100,41	

12. Von der Golcondamine, South Mountain, Owyhee Co. Idaho; anal. W. F. Hillebrand bei F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. **13**, 27 (1904); Z. anorg. Chem. **29**, 228 (1902); Z. Kryst. **48**, 677 (1911).

13. Aus Shasta Co. bei Potter Creek, an den Seiten eines kleinen Dioritganges; anal. B. Prescott, Am. Journ. **26**, 14 (1908); Z. Kryst. **48**, 111 (1911).

	14.	15.	16.
δ	—	4,036–4,038	—
MgO	0,30	—	—
CaO	13,82	12,57	13,69
MnO	2,22	7,55	—
FeO	32,50	27,77	35,20
Al_2O_3	0,16	—	—
Fe_2O_3	18,89	20,62	19,55
SiO_2	29,81	29,36	29,36
H_2O	1,62	2,06	2,20
	99,32	99,93	100,00

14. Aus Gang von Barclay Sound, Vancouver Island, British Columbia; anal. G. Ch. Hoffmann, Am. Journ. **42**, 432 (1891); Z. Kryst. **22**, 432 (1894).

15. Kontaktprodukt von der Zinkgrube Skjaerpemyr bei Grua (S. Norwegen); anal. V. M. Goldschmidt, Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Kristiania 1911, 402.

16. Berechnete Zusammensetzung nach der Formel $H_2Ca_2\overset{II}{Fe_4}\overset{III}{Fe_2}Si_4O_{18}$; anal. wie oben.

Eine ältere Analyse von Tobler zeigt eine etwas abweichende Zusammensetzung, indem der Kieselsäuregehalt weit höher ist, dagegen der Kalkgehalt merklich höher.

	17.
CaO	11,68
MnO	6,78
FeO	24,02
Al_2O_3	22,57
SiO_2	33,30
H_2O	1,12
	99,47

17. Von Herbornseelbach, Kontaktprodukt zwischen Melaphyr und Tentaculitenschiefer; anal. Tobler, Ann. Chem. et Pharm. **99**, 122.

Formel und Konstitution.

C. F. Rammelsberg berechnete einige Analysen.

Fundort	Analytiker	H : R : Fe : Si
Elba	F. Stromeyer	0,6 : 2,9 : 1,2 : 2
"	C. F. Rammelsberg	0,7 : 3 : 1 : 1,2
"	Städeler	1 : 3 : 1 : 2
"	L. Sipöcz	1 : 3 : 2 : 2
"	W. Early	0,2 : 2,9 : 1 : 2
Grönland	J. Lorenzen	0,9 : 3 : 1 : 2
Habornseelbach	Tobler	0,4 : 2,3 : 1 : 2
Barclay Sound	G. Ch. Hoffmann	0,7 : 3 : 1 : 2

Er schließt auf das Verhältnis:

1 : 3 : 1 : 2.

Daraus ergibt sich die Formel:

$$H_2\overset{II}{R}_6Fe_2Si_4O_{18} = \overset{I}{R}_{10}Si_2O_9 = \left\{\begin{matrix}\overset{I}{R}_4SiO_4 \\ R_6SiO_5\end{matrix}\right\}.$$

L. Sipöcz[1]) machte zuerst eine direkte Wasserbestimmung und bestätigte die Formel Städelers, welche von C. F. Rammelsberg[2]) bekämpft wurde, später jedoch schloß sich letzterer der Ansicht des Genannten an, wie die oben angeführte Formel zeigt.

P. Groth schreibt:

$$(Fe.OH)Fe_2.Ca(SiO_4)_2.$$

A. Baschieri,[3]) welcher nach der Methode von G. Tschermak die Kieselsäure untersuchte, fand für deren Wassergehalt 30,67 %; es entspricht dies der Diorthokieselsäure $H_6Si_2O_7$, welche 30,90 % H_2O enthält. Er betrachtet den Ilvait als Diorthosilicat nach der Formel:

$$(FeO)Fe\ (Fe.OH)\ (SiO_4).$$

Ein ganz anderes Resultat erhält jedoch nach derselben Methode A. Himmelbauer.[4]) Die Versuche ergaben Metakieselsäure. Die Konstitutionsformel ist nach ihm:

$$\begin{matrix} O = Si\lt\begin{matrix}O-Ca-O-Fe=O \\ O\end{matrix} \\ \qquad >Fe_2 \\ O = Si\lt\begin{matrix}O \\ O-Fe-OH\end{matrix}\end{matrix}.$$

Es könnte jedoch auch eine Molekularverbindung von $FeO.Fe_2O_3$ (Magnetit) mit einem Calcium-Ferrosilicat vorliegen.

Darauf hat A. Baschieri seine Versuche unter genauer Befolgung der Tschermakschen Vorsichtsmaßregeln wiederholt. Dabei erhielt er wieder Diorthokieselsäure wie früher.

[1]) L. Sipöcz, l. c.
[2]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem., Erg.-Heft II, S. 256 (1895).
[3]) A. Baschieri, Proc. verb. soc. tosc. di sc. nat. in Pisa **16**, 49 (1907); Z. Kryst. **46**, 480 (1909).
[4]) A. Himmelbauer, Sitzber. Wiener Ak. **115**, I, 1177 (1906); Z. Kryst. **45**, 605 (1908).

A. Baschieri kann sich diese verschiedenen Resultate nicht erklären, während F. Zambonini[1]) in einem Referat über diese Arbeit sie durch die verschiedenen Versuchsbedingungen bei dieser Methode erklärt. Ich sehe die Unterschiede hauptsächlich durch das verschiedene Klima der Versuchsorte bestimmt, also hauptsächlich durch den verschiedenen Gehalt an Luftfeuchtigkeit der beiden Orte.

A. Baschieri gibt noch eine Konstitutionsformel:

$$\begin{matrix} Ca- \\ FeO \end{matrix} > (Si_2O_7) < \begin{matrix} FeOH \\ Fe \end{matrix} .$$

Mittlerweile erschien eine Arbeit von G. Tschermak,[2]) in welcher er die Unterschiede zwischen den Resultaten von A. Baschieri u. A. Himmelbauer dadurch erklärt, daß im Lievrit, wie im Olivin zwei Kieselsäuren vorhanden sind. Er untersuchte den Olivin und fand, daß bei Anwendung von konzentrierter Salzsäure vorzugsweise Metakieselsäure, bei Anwendung von sehr verdünnter Salzsäure Orthokieselsäure abgeschieden wird.

Der Lievrit verhält sich gegen Säurelösungen ähnlich wie der Forsterit und liefert bei der Einwirkung von Salzsäure mittlerer Konzentration gleichzeitig beide Kieselsäuren, ähnlich wie Forsterit. Die Unstimmigkeit der Beobachtungen beider genannter Forscher erklärt sich dadurch.

In zweifelhaften Fällen führt das Verhalten gegen verdünnte Säuren zu der Kieselsäure, von welcher sich das Silicat theoretisch ableitet.

Für das Atomvolumen des Lievrits ergibt sich derselbe Wert, wie für Forsterit.

Kristallographisch-chemische Beziehungen. M. Bauer hat darauf aufmerksam gemacht, daß bei verschiedenen Lievriten die Kristallwinkel mit dem Mangangehalt sich ändern. Es findet eine Vergrößerung der Achsen a und b mit steigendem Gehalt von MnO statt. Diese Betrachtungen wurden von O. B. Böggild anläßlich der Untersuchung des Grönländer Ilvaits wieder aufgenommen.

Es ergibt sich aus den Zahlen M. Bauers und O. B. Böggilds folgendes, wobei leider das hier am meisten interessierende Vorkommen von Tyrill auf Island nicht analysiert ist.

Fundort	MnO-Gehalt	$a:b:c$
Elba	0,75—1,55	0,6665 : 1 : 0,4427
Kangerdluarsuk	1,97	0,6744 : 1 : 0,4428
Siorarsuit	2,20	0,6766 : 1 : 0,4499
Herbornseelbach	6,78—6,68	0,6795 : 1 : 0,4576
Tyrill	?	0,6619 : 1 : 0,4392

Berechnet man das Verhältnis $a:c$, so ergeben sich nach O. B. Böggild folgende Zahlen in der obigen Fundortreihenfolge für die fünf Vorkommen:

$$a:c = 1{,}5077$$
$$1{,}5038$$
$$1{,}5039$$
$$1{,}4849$$
$$1{,}5077$$

[1]) A. Baschieri, Proc. verb. soc. sc. nat. Toscana in Pisa **17**, 31 (1909); Z. Kryst. **49**, 112 (1911).

[2]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **125**, I, 1.

Eigenschaften.

Spaltbar nach (010) und (001) ziemlich deutlich, auch nach (100); dagegen nur undeutlich nach (110) und (101). Bruch unvollkommen muschelig bis uneben.

Härte über 5—6. Dichte 3,9—4,1.

Lebhafter Glasglanz, halbmetallisch, etwas fettartig. Undurchsichtig, höchstens ganz schwach durchscheinend, nach J. Lorenzen.

Farbe samtschwarz, bräunlichschwarz, grünlichschwarz. Bei verwitterten Stücken rötlichbraun, Strich schwarz mit Stich ins Grüne oder Braune.

Starker Pleochroismus.

Schwach magnetisch, besonders bei verwittertem Material. Guter Leiter der Elektrizität.

Vor dem Lötrohre leicht und ruhig schmelzbar unter Bildung einer schwarzen magnetischen Kugel.

Durch Salzsäure unter Gelatinieren schmelzbar.

Einwirkung von Chlorammonium auf Liëvrit. F. W. Clarke und G. Steiger[1]) haben nach ihrer hier öfters besprochenen Methode das Vorkommen von der Golcondamine (siehe Analyse Nr. 12) mit Chlorammonium durch mehrere Stunden erhitzt. Der Rückstand ergab folgende Zusammensetzung:

NH_3	0,88
CaO	2,25
MnO	0,85
FeO	8,75
Al_2O_3 / Fe_2O_3	40,08
SiO_2	43,01

MgO, Alkalien und Wasser wurden nicht bestimmt. In dem ausgelaugten Rückstande waren 21,37% lösliche Kieselsäure vorhanden, welche während der Einwirkung in Freiheit gesetzt wurden.

Synthese. Bisher liegt keine Synthese dieses Minerals vor.

Vorkommen und Genesis. Der Liëvrit kommt auf Eisengruben vor und auch in Zinkgruben (Kristianiagebiet). Ferner tritt er als Kontaktprodukt auf, z. B. in Herbornseelbach und im Kristianiagebiet. Ferner findet er sich auf der Kupfergrube Bedovina, sowie im Plagioklasporphyrit (früher als Melaphyr bezeichnet) am Mulatto bei Predazzo. Interessant ist sein Vorkommen mit Zeolithen in Island, dann auch mit Zeolithen im Syenit.

Die mit Eisenerzen (Magnetit, Hämatit) vorkommenden Ilvaite erklären sich durch Einwirkung von kieselsauren Salzen auf Eisenoxyde, namentlich bei Magneteisen, welches, wie der Ilvait, beide Oxydationsstufen enthält. Wir haben ja gesehen, daß A. Himmelbauer sogar die Möglichkeit einer Molekularverbindung von Silicat und Eisenferrat ins Auge faßte.

Auch die Kontaktprodukte lassen sich so erklären. Vgl. V. M. Goldschmidt.[2])

[1]) F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. (4) **13**, 27 (1902); Z. anorg. Chem. **29**, 338 (1902); Z. Kryst. **38**, 677 (1903).

[2]) V. M. Goldschmidt, l. c., S. 402.

Ganophyllit.

Monoklin. $a:b:c = 0,4130:1:1,8309$; $\beta = 86^{\circ}\,39'$. (A. Hamberg.)

Der Manganzeolith Ganophyllit ist eines der wenigen reinen Mangansilicate, welches nur wenig von anderen Metallen als Vertreter des Mangans enthält.

Analysen:

	1.	2.
Li_2O	Spur	—
Na_2O	2,18	2,19
K_2O	2,70	2,72
MgO	0,20	0,20
CaO	1,11	1,11
MnO	35,15	35,30
PbO	0,20	0,20
Al_2O_3	7,95	8,05
Fe_2O_3	0,90	0,91
SiO_2	39,67	40,26
H_2O	9,79	9,06
	99,85	100,00

1. In Drusen mit Kalkspat bedeckt, auch mit Karyopilit, Baryt und Blei, oder auch mit Granat, Manganophyll und Pyrophanit vorkommend. Das Mineral schließt auch bisweilen Kristalle von Rhodonit ein; anal. Axel Hamberg, Geol. För. Förh. **12**, 586 (1890); Z. Kryst. **20**, 391 (1892).
2. Aus der Formel berechnet.

Formel. Aus der Analyse berechnet sich:

$$SiO_2 : R_2O_3 : RO : R_2O + H_2O = 0,6612 : 0,0828 : 0,5207 : 0,0639.$$

Die Formel ist daher:

$$7\,MnO \,.\, Al_2O_3 \,.\, 8\,SiO_2 \,.\, 6\,H_2O.$$

Dabei werden die Elemente Ca, Mg, Fe, Pb als Mn berechnet, während die kleine Menge von Fe_2O_3 als Al_2O_3 berechnet wurde.

F. W. Clarke[1]) schreibt die Formel

$$Mn_7(AlO)_2(SiO_3)_8 + 6\,H_2O\,,$$

während der Analytiker selbst die Schreibart:

$$H_{12}Mn_7Al_2(SiO_4)_8$$

vorzieht.

Wassergehalt. Im Exsiccator über Schwefelsäure verliert das Mineral bei 20° mehr als ein Viertel seines Wassergehaltes. Dieser Teil wird aber an feuchter Luft wieder aufgenommen. Dasselbe tritt ein, wenn man das Mineral bei 100° erhitzt. Beim Erhitzen in einer Stickstoffatmosphäre zeigte es sich, daß fast das ganze Wasser unter 340° abgegeben wird. Beim Erhitzen ergab sich ferner, daß schon bei 250° nur mehr 15 % Wasser übrig bleiben.

Eigenschaften. Vor dem Lötrohre Manganreaktion. In konzentrierten Säuren leicht löslich, dagegen nach dem Glühen fast unlöslich. Dichte 2,84.

[1]) F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 125, 51 (1895).

Starker Glanz auf den Spaltflächen, daraus wird der Name Ganophyllit abgeleitet. Härte größer als die des Flußspates. Spaltbarkeit sehr vollkommen nach der Basis, also wie bei Glimmer. Die Spaltblättchen liefern als Schlagfigur einen sechsstrahligen Stern, wie bei Glimmer orientiert.

Der scheinbare Achsenwinkel in Luft für Lithiumlicht ist 41° 19', dagegen für Na-Licht 41° 53'. Daraus berechnet sich der wahre Achsenwinkel:

Li-Licht 23° 36', Na-Licht 23° 52'.

Die Brechungsquotienten sind:

$N_\gamma = 1,7264$, $N_\beta = 1,7250$, beide für Li-Licht.
$N_\gamma = 1,7298$, $N_\beta = 1,7287$, „ „ Na-Licht.

Daraus und aus dem scheinbaren Achsenwinkel berechnet sich:

$N_\alpha = 1,6941$ (Li-Licht), $N_\alpha = 1,7046$ (Na-Licht).

Pleochroismus stark.[1])

Der Ganophyllit wird meistens zu den Zeolithen gerechnet, da er in Säuren leicht löslich ist, leicht schmelzbar, sein Wasser sich ähnlich verhält. A. Hamberg ist allerdings der Ansicht, daß das Wasser chemisch gebunden sei, was also nicht mit dem Zeolithwasser übereinstimmen würde; indessen dürfte dies heute nicht mehr als zutreffend zu bezeichnen sein.

Karpholith.

Von **A. Ledoux** (Brüssel).

Rhombisch (A. Lacroix).

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na_2O	—	0,54	—	—	—	0,01
K_2O	—		—	—	—	0,45
MgO	—	0,41	—	—	—	1,80
CaO	—	Spur	—	0,27	1,83	—
MnO	21,51	17,97	18,33[2])	19,16[2])	20,76	11,78
FeO	—	—	—	—	—	4,07
CuO	—	0,33	—	—	—	—
Al_2O_3	31,03	30,11	26,47	28,67	19,74	29,40
Fe_2O_3	—	2,27	6,27	2,29	9,87	2,89
SiO_2	36,58	37,15	37,53	36,15	36,15	38,02
H_2O	10,88	11,22	11,36	10,18	10,19	10,17
HFl	—	—	—	1,47	1,74	—
CaF_2	—	—	—	—	—	—
	100,00	100,00	99,96	98,79	100,28	98,59

1. Theoretische Zusammensetzung $H_4MnAl_2Si_2O_{10}$ nach C. Hintze.
2. Meuville (Belgien); anal. De Koninck, Bull. d. l'Acad. Royale de Belg. 2. Serie, **45**, 15 (1878).
3. Schlaggenwald; anal. A. Steinmann bei A. Kenngott, Sitzber. Wiener Ak. Oktober 1850, 243.

[1]) Siehe auch A. Hamberg, Z. Kryst. **43**, 94 (1907).
[2]) Mn_2O_3.

4. Schlaggenwald; anal. P. Stromeyer bei A. Kenngott, Sitzber. Wiener Ak. Oktober 1850, 243.
5. Schlaggenwald; anal. K. v. Hauer bei A. Kenngott, Sitzber. Wiener Ak. Dezember 1854, 505.
6. Biesenrode bei Wippra; anal. Bulovius bei K. A. Lossen, Z. Dtsch. geol. Ges. 22, 457 (1870).

Chemische Formel. Die zwei neuesten Analysen sind diejenigen unter Nr. 2 u. 6, und obwohl sie Muster von verschiedenen Orten angeben, bieten sie manche Ähnlichkeiten.

Sie leiten zur Formel:

$$(Mn, Fe, Mg)O . (Al_2, Fe_2)O_3 . 2SiO_2 . 2H_2O.$$

Der Karpholith ist wahrscheinlich isomorph mit dem Lawsonit:

$$CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2 . 2H_2O.$$

Chemische Eigenschaften. Schwer angreifbar durch Säuren. Vor dem Lötrohre schwillt er an, wird weiß und schmilzt danach sehr schwer zu bräunlichem Email. Mit Borax löst er sich leicht und gibt ein amethystfarbiges Glas, hell und durchsichtig. Durch Säuren nicht angreifbar. Im Kölbchen gibt er Wasser. Bei 500° verliert er ungefähr 1% Wasser, wovon 0,50% in feuchter Luft wieder aufgenommen werden.

Physikalische Eigenschaften. Härte 5. Dichte 2,876. Mittlerer Brechungsquotient 1,627 (A. Michel-Lévy und A. Lacroix). Doppelbrechung negativ $N_\gamma - N_\alpha = 0,022$. Pleochroismus: farblos bis strohgelb.

Paragenesis. Der Karpholith findet sich a) in quarzreichem Granit von Schlaggenwald in Böhmen mit Fluorit gemischt. b) Im Quarz eingewachsen (Wippra, Harz). c) In Spalten von rotem, manganhaltigem Schiefer mit Quarz und Pyrolusit. Das Mineral ist durch Segregation auf nassem Wege gebildet.

Umwandlung. Der Karpholith wandelt sich in Fluorit, Kaolin und ähnliche Produkte um.

Eisenchlorite.

Von **C. Doelter** (Wien).

Wir haben in der zweiten Abteilung des zweiten Bandes (siehe S. 635 bis S. 670) die Chlorite behandelt, welche vorzugsweise Magnesium neben Aluminium enthalten.[1] Eine Anzahl chloritähnlicher Mineralien, welche G. Tschermak als Leptochlorite bezeichnete, enthalten als zweiwertiges Metall Ferroeisen, daneben Ferrieisen und Aluminium. Es sind also wesentlich Eisensilicate, welche jetzt behandelt werden sollen.

Es sind dies die Mineralien:

Daphnit, Chamosit, Thuringit, Cronstedtit, Metachlorit, Euralith, dann Diabantit, Aphrosiderit und Delessit. Zu den Leptochloriten gehört nach G. Tschermak auch das wesentlich magnesiumhaltige Mineral Klementit, welcher bereits früher bei den Magnesiumchloriten behandelt wurde (siehe S. 666).

Ferner reihen sich hier zum Schlusse die Mineralien Seladonit und Glaukonit an.

[1]) Vgl. Bd. II, 2, 665.

Daphnit.

Eine Trennung der vorwiegend eisenhaltigen Glieder der Chloritgruppe von jenen, die vorwiegend Magnesium führen, ist natürlich nicht leicht durchführbar. Daher wurden seinerzeit auch eisenreiche Chlorite behandelt (siehe Bd. II, Abt. 2), während hier die sog. Leptochlorite beschrieben werden sollen. Manche Orthochlorite enthalten mehr Eisenoxydul als Magnesia. Earl V. Shannon[1]) beschrieb vor kurzem einen Eisenprochlorit von Trumbull, welchem er die Formel

$$2FeO . 2MgO . Al_2O_3 . 2SiO_2 . 2H_2O$$

zuschreibt.

Wahrscheinlich monoklin.

Analyse.

Na_2O	1,10
K_2O	0,28
MgO	1,09
CaO	0,29
MnO	0,98
FeO	38,97
Al_2O_3	22,26
SiO_2	23,62
H_2O	11,16
	99,75

Von Pencanze in Cornwall, als Überzug auf Arsenkies- und Quarzkristallen; anal. R. v. Zeynek bei G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **100**, I, 14 und Tsch. min. Mit. **12**, 32 (1891).

Formel. G. Tschermak nimmt an, daß in den Chloriten die Silicate des Serpentins (Sp) $H_4R_3Si_2O_9$ und des Amesits (At) $SiAl_2H_2O_7(\overset{II}{Mg}OH)_2$ enthalten sind. Die Hauptsilicate enthalten R = Mg, während hier R = Fe ist; dazu tritt das Silicat $H_4RAl_2SiO_8$ (At') oder $SiAl_2H_2O_7(MgOH)_2$.

Der Daphnit wäre eine Mischung dieser drei Silicate im Verhältnis:

$$Sp_4At_5At_5'.$$

Eigenschaften. Dichte 3,172. Farbe: Seladon- bis apfelgrün. Spaltbarkeit nach (001) sehr vollkommen. Optisch nahezu einachsig, negativ.

Vor dem Lötrohre schwärzlich werdend; er schmilzt leicht zu einer stahlgrauen, wenig glänzenden Kugel.

Mit Salzsäure erwärmt, zersetzt er sich unter Abscheidung von flockiger Kieselsäure.

Chamosit.

Synonym: Chamoisit nach P. Berthier.

Dicht, oolithisch.

[1]) Earl V. Shannon, siehe Proc. nat. Museum U.S. **58**, 569 (1920).

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
MgO	4,28	4,39	—	—	2,76	2,13
CaO	1,49	—	—	—	0,91	—
FeO	36,55	37,51	39,00	42,00	40,90	42,31
Al_2O_3	18,06	19,97	17,00	13,00	17,49	18,72
Fe_2O_3	2,58	—	4,00	6,00	—	—
SiO_2	22,81	25,23	27,00	29,00	23,92	25,60
TiO_2	1,11	—	—	—	—	—
H_2O	11,67	12,90	13,00	10,00	10,50	11,24
CO_2	0,76	—	—	—	2,50	—
	99,31	100,00	100,00	100,00	98,98	100,00

1. Von der Windgälle (Uri), am Nordabhange des Maderanertals, aus oberem braunen Jura; anal. C. Schmidt, Z. Kryst. **11**, 600 (1886).
2. Dieselbe Analyse nach Abzug von Erz und Carbonaten auf 100 berechnet, wie oben.
3. Aus den Eisensteinlagern von Schmiedefeld bei Saalfeld, Thüringen; anal. A. Lorentz, J. preuß. geol. L.A. für 1884, **133** (1885).
4. Von ebenda; anal. wie oben. Beide nach Abzug der Carbonate auf 100 berechnet.
5. Von Chrustenic bei Nučič (Westsüdwestlich von Prag), in silurischen Schichten; anal. F. Bořický, Sitzber. Wiener Ak. **59**, 599 (1869).
6. Dieselbe Analyse nach Abzug der Carbonate auf 100 berechnet.

Neue Analysen.

	7.	8.	9.	10.	11.
MgO	1,35	1,44	1,45	1,53	1,49
CaO	1,62	1,55	—	—	—
FeO	36,84	34,34	41,60	41,31	41,45
Al_2O_3	18,15	18,64	19,40	20,08	19,74
Fe_2O_3	3,67	6,06	—	—	—
SiO_2	23,54	23,39	25,17	25,21	25,19
H_2O	11,58	11,01	12,38	11,87	12,13
	96,75	96,43	100,00	100,00	100,00

7. u. 8. Von Schmiedefeld, Thüringen; anal. E. Robins Zalinski, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **19**, 46 (1904).
9. u. 10. Nach Umrechnung auf 100%.
11. Mittel aus den beiden vorigen Analysen 9 und 10.

Formel. G. Tschermak[1]) findet für die Analysen 2 und 6 das Verhältnis der drei Silicate Sp, At und At' (siehe oben S. 324) 4:3:3.

E. Robins Zalinski schreibt die Formel:

$$H_8(Fe, Mg)_3Al_2Si_2O_{13}.$$

Eigenschaften. Diese sind ähnlich jenen des Thuringits (vgl. S. 326). Thuringit ist intensiver grün wie Chamosit, letzterer hat einen Stich ins Bläuliche. Fein gepulvert ist er grauweiß.

Die Härte ist 5 bis 6.

Vorkommen. Er kommt mit Erzen, namentlich Zinkblende, Bleiglanz, Kiesen, Eisenspat vor.

---

[1]) G. Tschermak, l. c. vgl. S. 324.

Metachlorit.

Analysen.

	1.	2.
Na_2O	0,08	0,30
K_2O	1,38	0,09
MgO	3,10	4,26
CaO	0,74	0,57
FeO	40,37	37,85
Al_2O_3	16,43	17,85
Fe_2O_3	—	4,64
SiO_2	23,78	24,29
H_2O	13,76	10,19
	99,64	100,04

1. Vom Büchenberg bei Elbingerode (Harz); anal. List, Z. Dtsch. geol. Ges. **4**, 634 (1852).
2. Von ebenda; anal. R. v. Zeynek bei G. Tschermak, Tsch. min. Mit. **12**, Heft I (1891).

Formel. G. Tschermak berechnet aus der Analyse 2 die drei Silicate Sp, At und At′ (vgl. S. 324) und findet ihr Verhältnis zu 3:6:2.

Eigenschaften. Härte 2—3. Dichte 3,173. Farbe: dunkellauchgrün, bei Zerlegung bräunlich. Glasglänzend bis perlmutterglänzend. Scheinbar einachsig.

Vor dem Lötrohre schwer und nur an Kanten zu dunklem Email schmelzbar. Von Säuren leicht zersetzbar; bereits in der Kälte unter Abscheidung von Kieselgallerte durch Salzsäure aufschließbar.

Kommt im Schalstein, gewöhnlich von Kalkspat begleitet, vor.

Thuringit.

Synonym: Owenit.

Analysen.

Ältere Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
Na_2O, K_2O	0,14	—	—	—	—
MgO	0,89	1,25	1,47	1,78	Spur
CaO	—	—	—	1,54	—
MnO	—	—	—	0,24	—
FeO	30,78	34,34	34,20	19,84	38,49
Al_2O_3	16,40	18,39	15,63	17,75	18,92
Fe_2O_3	17,66	14,86	13,79	31,72	8,12
SiO_2	22,05	22,35	23,55	19,40	22,65
H_2O	11,44	9,81	10,57	7,93	10,78
	99,36	101,00	99,21	100,20	98,96

1. Von Schmiedefeld (Thüringen); anal. L. Smith, Am. Journ. **18**, 376 (1854).
2. Von ebenda; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem., 851 (1860).
3. Von ebenda; anal. P. Keyser, Am. Journ. **18**, 411 (1854).

4. Von Quellenreutha (Bayern) bei Schwarzenbach a. S.; anal. Meyer bei C. W. Gümbel, Geogn. Beschr. Bayerns **3**, 236 (1879).

5. Vom Zirmsee in der kleinen Fleiss (Tauern, Kärnten); anal. V. Gintl bei V. v. Zepharovich, Z. Kryst. **1**, 372 (1877).

	6.	7.	8.	9.	10.
Na_2O	0,41	0,46	—	0,32 (Na₂O + K₂O)	—
K_2O	0,08	—	—		—
MgO	1,26	1,52	1,68	1,85	6,41
CaO	0,36	—	—	—	—
MnO	—	0,09	—	1,16	—
FeO	34,58	33,20	32,18	33,14	34,39
Al_2O_3	15,59	16,85	16,08	16,54	25,14
Fe_2O_3	13,89	14,33	—	12,13	—
SiO_2	23,21	23,58	23,52	22,70	22,35
H_2O	10,59	10,45	10,48	10,90	11,25
	99,97	100,48	—	99,74	99,54

6. Auf beiden Seiten des Potomacflusses bei Harpers Ferry (Virginia); anal. F. Genth, Am. Journ. **16**, 167 (1853). Als Owenit beschrieben, nach L. Smith Thuringit.

7. u. 8. Beide von ebenda, nach L. Smith, Am. Journ. **18**, 376 (1854).

9. Von der Hot Springs Mine; anal. Derselbe, ebenda.

10. Spurr Mountains Iron Mine am Lake Superior; anal. S. L. Penfield, Am. Journ. **33**, 367 (1886).

Neuere Analysen.

	11.	12.	13.	14.
MgO	1,37	1,23	3,86	3,94
FeO	32,83	32,74	36,89	36,73
Al_2O_3	16,93	16,70	17,67	17,74
Fe_2O_3	15,04	15,23	11,54	11,60
SiO_2	22,30	22,31	21,42	21,28
H_2O	10,74	11,34	9,00	8,56
	99,21	99,55	100,38	99,85

11. u. 12. Von Schmiedefeld (Thüringen); anal E. Robins Zalinski, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **19**, 40 (1904).

13. u. 14. Beide von Gebersreuth bei Gefell (Thüringen); anal. wie oben.

	15.	16.	17.	18.
Na_2O	—	—	—	0,37
MgO	2,70	2,73	2,86	5,41
CaO	0,51	1,92	0,93	—
MnO	0,16	0,50	0,07	2,75
FeO	27,41	26,03	31,20	28,89
Al_2O_3	17,17	17,03	18,45	16,46
Fe_2O_3	14,59	11,44	11,23	12,04
SiO_2	23,80	28,85	24,50	24,34
TiO_2	—	—	—	Spur
H_2O	13,23	10,00	9,93	9,19[1]
P_2O_5	0,19	1,24	0,42	Spur
	99,76	99,74	99,59	99,80

[1]) Außerdem 0,35% Feuchtigkeit.

15. Von der Gabrielenzeche am Altarstein von Gobitschau bei Sternberg (Mähren); anal. F. Gottlubkú bei F. Kretschmer, ZB. Min. etc. 1906, 293.

16. Von der Bartholomäuszeche im obersten Kalkgraben zu Gobitschau; anal. wie oben.

17. Findling von der steinernen Brücke im mittleren Kalkgraben zu Gobitschau; anal. wie oben.

18. Von Last Chance bei Creede; Fairchild bei Esper S. Larsen und G. Steiger, Journ. Washington Acad. sc. 7, 6; Chem. ZB. **88**, VI, 683 (1917).

	19.	20.
δ	3,175	—
MgO	1,91	2,06
CaO	4,08	—
MnO	0,16	0,17
FeO	36,42	39,29
Al_2O_3	20,00	21,58
Fe_2O_3	6,67	7,20
SiO_2	23,00	24,81
H_2O	4,24	4,58
CO_2	3,21	—
P_2O_5	0,09	0,09
	99,78	99,78

19. u. 20. Vom Eisenerzbergbau Gobitschau nächst Sternberg (Mähren), mit Magnetit und Limonit, welcher aus Thuringit entsteht; anal. S. Vogl bei F. Kretschmer, ZB. Min. etc. 1905, 195.

Die erste Analyse enthält Calciumcarbonat, bei der zweiten ist dieses in Abzug gebracht.

Dem Thuringit nahestehend ist ein die Spiriferensandsteine grün färbendes Mineral.

	21.
FeO	36,97
Al_2O_3	31,76
SiO_2	22,26
H_2O	8,63
	99,62

21. Feinschuppiges Aggregat in einer Quarzdruse bei Obernhof, Grube Hohe Ley bei Ems (Nassau); anal. Herget bei A. Kenngott, Übers. miner. Forsch. 1862—65, 125.

Formel. C. F. Rammelsberg hat einige ältere Analysen berechnet. Er erhielt:

Fundort	Analysator	$R : R_2 : Si : H_2O$
Schmiedefeld	L. Smith	1,2 : 0,7 : 1,1 : 1,7
Schmiedefeld	C. F. Rammelsberg	1,4 : 0,7 : 1 : 1,5
Zirmsee	V. Gintl	1,4 : 0,6 : 1 : 1,6
Harpers Ferry	P. Keyser	1,3 : 0,6 : 1 : 1,6
Hot Springs	P. Keyser	1,3 : 0,6 : 1 : 1,6
Lake Superior	S. L. Penfield	1,6 : 0,7 : 1 : 1,6
Quellenreuth	Meyer	1,4 : 0,6 : 1 : 1,6
Er nimmt als wahrscheinlich an		1,2 : 0,6 : 1,1 : 1,6

Daraus ergibt sich:

$$\overset{II}{R}_6\overset{III}{R}_6Si_5O_{25}\,.\,8\,H_2O\,.$$

G. Tschermak nimmt die früher genannten Silicate Sp, At und At′ der Chloritgruppe an, woraus sich berechnet

Zirmsee	At_4Sp_3
Harpers Ferry . .	At Sp.

F. Robins Zalinski berechnet aus seinen Analysen das Vorkommen von Schmiedefeld:

$$H_{18}(Fe, Mg)_8(Al, Fe)_8Si_6O_{41}\,.$$

Für das Vorkommen von Gebersreuth erhielt er:

$$H_{17}(Fe, Mg)_{10}(Al, Fe)_8Si_6O_{44}\,.$$ [1])

F. Kretschmer stellt keine Formel auf.

P. Groth schreibt:

$$H_{18}(Fe, Mg)_8(Al, Fe)_8Si_6O_{41}\,.$$

Eigenschaften. Spaltbar nach einer Richtung, Dichte 3,2—3,3.

Härte 2 und etwas höher. Farbe olivengrün bis pistaziengrün bis schwarzgrün.

Nach E. Robins Zalinski einachsig bis deutlich zweiachsig, Doppelbrechung sehr schwach, $N_\gamma — N_\alpha$ unter 0,005. Ebene der optischen Achsen (010). Pleochroitisch.

Vor dem Lötrohre ziemlich leicht zu schwarzer, magnetischer Kugel schmelzend. Im Kölbchen gibt er Wasser.

Durch Salzsäure unter Gallertbildung zersetzbar.

Umwandlung.

F. Kretschmer beschreibt eine Umwandlung in Limonit mit Erhaltung der feinschuppigen und kleinkörnigen Struktur. Die Analyse des so entstandenen Limonits ergab:

MgO	0,14
CaO	1,60
MnO	0,22
Al_2O_3	1,04
Fe_2O_3	56,34
SiO_2	30,50
H_2O	10,00
P_2O_5	0,32
	100,16

Vom Eisenerzbergbau Gobitschau bei Sternberg; anal. F. Kretschmer, ZB. Min. etc. 1905, 195.

Rundliche Konkretionen sind in braunen Glaskopf oder zu dichtem Brauneisen umgewandelt.

[1]) Die Formel ist unmöglich richtig.

Linsenförmige Konkretionen im „Neulager" bestehen aus Thuringit mit Magnetit und Calcit. Größtenteils sind diese Konkretionen ebenfalls in Brauneisen umgewandelt.

Dort treten Umhüllungspseudomorphosen nach Calcit auf.

Als Umwandlungsprodukt des Thuringits wird auch das von F. Kretschmer als neues Mineral aufgestellte Eisenoxydsilicat Stilpnochloran gedeutet (siehe diese Bd. II, Abt. 2, S. 157).

Vorkommen.

Thuringit kommt in Tonschiefern, Chloritschiefern und anderen metamorphen Schiefern mit Eisenerzen zusammen vor, so mit Magnetit bei Gobitschau. Ein häufiger Begleiter ist Calcit.

Cronstedtit.

Synonym: Kronstedtit.

Varietät: Sideroschisolith.

Kristallsystem scheinbar rhomboedrisch, wahrscheinlich wie Pennin monoklin. Winkel ähnliche, wie bei diesem.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
MgO	5,08	5,08	4,02	4,51	5,23
MnO	2,89	2,89	1,01	1,25	1,20
FeO	58,85	27,11	33,52	29,23	25,28
Fe_2O_3	—	35,35	29,08	32,34	37,49
SiO_2	22,45	22,45	21,39	21,30	22,21
H_2O	10,70	10,70	9,76	11,90	8,27
	99,97	103,58	98,78	100,53	99,68

1. Vom Adalbertgang bei Přibram; anal. Steinmann, Schweiggers Journ. **32**, 69 (1821).
2. Dieselbe Analyse mit Eisenbestimmung von F. v. Kobell, ebenda **62**, 196 (1831).
3. Von ebenda; anal. A. Damour, Ann. chim. et phys. **58**, 99 (1860).
4. Von ebenda; anal. J. Janovsky, Journ. prakt. Chem. **11**, 378 (1875).
5. Von ebenda; anal. E. Ludwig bei G. Tschermak, Tsch. min. Mit. **12**, 32 (1891).

	6.	7.	8.	9.
δ	3,445	—	—	—
CaO	—	0,09	—	—
MnO	0,16	—	—	—
FeO	30,27	36,31	38,57	39,46
Fe_2O_3	43,05	36,76	32,75	18,51
SiO_2	17,34	17,47	18,55	31,72
H_2O	9,18	10,09	10,13	11,02
	100,00	100,72	100,00	100,71

6. Magdalenengang im 14. Nothelferstollen in Kuttenberg (Böhmen), auf Quarz; anal. Rosam bei K. Vrba, Sitzber. k. böhm. Ges. Wissensch. 15. Jan. 1886.

7. u. 8. Beide von Kristallen von Whel Jane Truro (Cornwall); anal. W. Flight bei N. S. Maskelyne, Journ. chem. soc. **9**, 9 (1871).

9. Dunkelgrüne derbe Partien, von ebenda; anal. F. Field, Phil. Mag. **5**, 52 (1875); Z. Kryst. **6**, 643 (1882).

Formel: C. F. Rammelsberg berechnete die Analysen:

Fundort	Analytiker	$R:Fe_2:Si:H_2O$
Přibram	Steinmann	1,46 : 0,6 : 1 : 1,2
"	A. Damour	1,6 : 0,5 : 1 : 1,5
"	J. Janovsky	1,5 : 0,5 : 1 : 1,5
"	E. Ludwig	1,35 : 0,6 : 1 : 1,2
Kuttenberg	Rosam	1,46 : 0,9 : 1 : 1,3
Cornwall	W. Flight	1,7 : 0,8 : 1 : 1,9
"	W. Flight	1,7 : 0,7 : 1 : 1,8
"	F. Field	1,0 : 0,2 : 1 : 1,2
Als Mittel nimmt C. F. Rammelsberg an:		1,5 : 0,5 : 1 : 1,5

Daraus ergibt sich die Formel:

$$R_8Fe_2Si_2O_{10} . 3H_2O .$$

Nach demselben Autor führt aber die Analyse von E. Ludwig auf:

$$R_4Fe_4Si_3O_{16} . 4H_2O .$$

Der Cronstedtit von Kuttenberg führt zu der Formel:

$$R_4Fe_4Si_2O_{14} . 4H_2O .$$

Die Analysen von W. Flight ergaben:

$$R_8Fe_8Si_5O_{30} . 2H_2O.$$

G. Tschermak berechnet aus der Analyse von E. Ludwig das Verhältnis der Silicate Amesit und Strigonit = 1 : 1; also dieselbe Formel, wie der Thuringit. Die Analyse von J. Janovsky ergibt nach G. Tschermak:

$$Sp_2At_6St_3 .$$

P. Groth nimmt auf Grund der Analyse von E. Ludwig die Formel an:

$$H_8(Fe . Mg, Mn)_4\overset{III}{Fe}_4Si_3O_{20} .$$

Die Analyse von W. Field (Nr. 9) ergibt:

$$H_6Fe_3Fe_2Si_3O_{15} .$$

K. Vrba berechnet aus der Analyse von Rosam:

$$H_8Fe_3Fe_4Si_2O_{17} .$$

Farbe kohlschwarz, Strich dunkelolivengrün. Nach der Basis (001) vollkommen spaltbar. Spröde. Härte ca. 3. Dichte 3,34. Optisch einachsig negativ, pleochroitisch.

Vor dem Lötrohre zu schwarzer magnetischer Schlacke schmelzbar. Wird von konz. Salzsäure unter Bildung von Kieselgallerte zersetzt. Kommt auf Eisenlagerstätten vor (siehe Thuringit).

Diabantit.

Synonym: Diabantachronnyn.

Dieses Mineral stellt bereits eine isomorphe Mischung von Magnesia- und Eisenoxydsilicaten dar.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	2,83	2,93	—	—	2,91
MgO . . .	21,22	21,01	22,05	22,91	17,92
FeO . . .	26,94	25,63	21,26	22,72	26,60
Al_2O_3 . . .	11,16	12,00	12,22	11,89	9,07
SiO_2 . . .	30,27	29,37	31,69	31,38	29,85
H_2O. . . .	10,20	11,27	12,47	10,91	15,81
	99,79	99,28	99,69	99,81	99,25

1. Aus Diabas von Reinsdorf bei Plauen (Sachsen); anal. K. L. Th. Liebe, N. JB. Min. etc. 1870, 5.

2. Aus Diabas von der Grube Landesfreude bei Lobenstein (Vogtland); anal. K. L. Th. Liebe, N. JB. Min. etc. 1871, 10.

3. Asbestartige Massen aus zersetztem Diabas; anal. wie oben.

4. Von ebenda, aus zersetztem Gestein; anal. wie oben.

5. Aus Mandelstein-Diabas aus dem Hölletal bei Steben (bayr. Frankenwald); anal. wie oben.

	6.	7.	8.	9.
δ	—	2,79	—	—
Na_2O	—	—	0,25	0,33
MgO	19,73	22,44	16,51	16,52
CaO	—	—	1,11	0,73
MnO	—	—	0,41	0,38
FeO	23,52	21,61	25,11	24,33
Al_2O_3	10,03	12,08	11,07	10,84
Fe_2O_3	3,47	—	2,26	2,86
SiO_2	31,25	31,56	33,24	33,68
H_2O	11,37	11,78	9,91	10,02
	99,37	99,47	99,87	99,69

6. Aus Titaneisen-Diabas aus dem Trillochtal bei Schleiz, schmutzig-grünschwarz; anal. wie oben (K. L. Th. Liebe).

7. Aus Diabas, westlich von Gräfenwert, zwischen Saalburg und Schleiz; anal. wie oben.

8. u. 9. Alle beide aus den Diabasen von Farmington Hills (Connecticut); anal. A. W. Hawes, Am. Journ. **9**, 454 (1875).

Formel. C. F. Rammelsberg berechnet die Analysen des Diabantits von G. W. Hawes:

$$R:R:Si:H_2O = 13:2:6:6.$$

Daraus ergibt sich die Formel:

$$R_{12}R_2Si_6O_{27} . 6H_2O .$$

Dies entspräche einer Verbindung von Halb- und Drittelsilicaten.

Dagegen stellt G. W. Hawes selbst die Formel auf:

$$R_{12}R_4Si_9O_{36} . 9H_2O .$$

G. Tschermak berechnet das Verhältnis der von ihm in der Chlorit-

gruppe angenommenen Silicate Sp und St mit 7:4 (vgl. darüber Bd. II, Abt. 2, S. 656).

Eigenschaften. Härte 1 bis über 2. Dichte 2,8—2,9. Farbe dunkelgrün, bei beginnender Zersetzung olivengrün. Stark pleochroitisch.

Vor dem Lötrohre leicht zu schwärzlichen, nur wenig magnetischen Perlen schmelzbar. Im Kölbchen gibt Diabantit Wasser ab und wird allmählich holzbraun.

In kalter Salzsäure leicht löslich, unter Abscheidung von Kieselsäure.

Vorkommen. Diabantit kommt in Mandeln, Hohlräumen und Klüften mancher Diabase als Zersetzungsprodukt von Augiten vor.

Epichlorit.

Analysen.

	1.	2.
MgO	20,00	19,78
CaO	0,68	—
FeO	18,96	19,26
Al_2O_3	10,96	8,60
Fe_2O_3	8,72	—
SiO_2	40,88	41,52
H_2O	10,18	10,05
	100,38	99,21

Nach K. L. Th. Liebe enthält Epichlorit ursprünglich nur Eisenoxydul.

1. Im Riefensbeck, unweit Neustadt (Harz), aus serpentinartigem Gestein; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 493.

2. Aus Titan-Diabas des Vogtlandes; anal. K. L. Th. Liebe, N. JB. Min. etc. 1872, 17.

Formel. C. F. Rammelsberg stellt den Epichlorit zum Lennilith, welcher ein analog zusammengesetztes Magnesiumsilicat ist. Er berechnet für die zwei Analysen folgendes:

	R	R_2	Si	H_2O
Riefensbeck	0,9	0,24	1	0,9
Vogtland	1,2	0,24	1	1,1

Die Formel beider Mineralien ist vielleicht:

$$R_4R_2Si_4O_{15} \cdot 4H_2O.$$

Früher hatte derselbe Forscher die Formel angegeben:

$$H_4R_4R_2Si_4O_{17} \cdot 2\tfrac{1}{2}H_2O.$$

Eigenschaften. Dichte 2,76. Härte 2 und darüber. Farbe lauchgrün, in dünnen Stengeln bouteillengrün.

Vor dem Lötrohre sehr schwer und nur in dünnen Stengeln schmelzbar. Im Kölbchen gibt er Wasser. Von Salzsäure wird er nur unvollkommen zersetzt.

Grängesit.

Synonym: Grengesit.

Analyse.

MgO	14,31
MnO	2,18
FeO	25,63
Al_2O_3	14,31
SiO_2	27,81
H_2O	12,55
	96,79

Aus dem Erzlager Grängesberg in Dalarne (Schweden); anal. Hisinger nach C. F. Rammelsberg, Min.-Chem., 493 (1875).

Eine Formel wurde nicht aufgestellt.

Eigenschaften. Graugrün. Dichte 3,1. Kommt in Pseudomorphosen vor. Isotrop.

Hullit.

Analysen.

	1.	2.
K_2O	—	0,67
MgO	7,47	8,65
CaO	4,48	3,94
MnO	Spur	1,56
FeO	3,70	—
Al_2O_3	10,35	17,34
Fe_2O_3	20,72	15,97
SiO_2	39,44	38,59
H_2O	13,62	13,48*)
	99,78	100,20

Die Bestimmung des vorhandenen Eisenoxyduls unterblieb wegen Materialmangel.
*) Dazu entweichen bei 100° 8,04%.

1. Aus Basalt am Carnmoney Hill bei Belfast (Irland); anal. E. T. Hardman, Min. Mag. **2**, 152 u. 247 (1878); Z. Kryst. **5**, 615 (1881).

2. Aus Basalt von Kinkell, Fifeshire (Schottl.); anal. F. Heddle, Chapt. on the Miner. of Scotland, Ch. 5; Z. Kryst. **5**, 634 (1881).

Formel. E. T. Hardman berechnet:

$$(Ca, Mg, Fe)_3(Al, Fe)_4Si_6O_{21} . 7H_2O.$$

Eigenschaften. Härte 2. Dichte 1,76. Samtschwarz, schwach wachsglänzend, durchscheinend; optisch isotrop.

Nach A. Lacroix[1]) sehr reich an Einschlüssen von Eisenoxydul, Kalkspat und kleinen Feldspatfragmenten.

---

[1]) A. Lacroix, Bull. Soc. min. **8**, 432 (1885).

Aphrosiderit.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
δ . . .	—	—	—	—	—	2,8–2,9
MgO . .	1,06	1,75	1,82	4,52	1,18	4,82
CaO . .	—	1,28	—	—	0,38	—
MnO . .	—	—	—	Spur	—	—
FeO . . .	44,24	29,41	30,61	36,17	28,91	34,53
Al_2O_3 . .	21,25	24,26	25,25	18,69	19,56	21,63
Fe_2O_3 . .	—	8,17	8,50	6,45	11,71	4,27
SiO_2 . . .	26,45	23,67	24,63	24,78	27,06	23,69
H_2O . . .	7,74	8,83	9,19	9,09	9,73	7,00
CO_2 . .	—	1,01	—	—	—	4,12
	100,74	98,38	100,00	99,70	98,53	100,06

1. Aus dem Roteisenlager der Grube Gelegenheit bei Weilburg (Nassau); anal. F. Sandberger, N. JB. Min. etc. 1850, 341.
2. Von ebenda; anal. A. Nies, ebenda 1873, 321.
3. Dieselbe Analyse unter Abzug von Calciumcarbonat.
4. Aus Drusenräumen des Granits von Striegau (Schlesien); anal. C. F. Rammelsberg bei A. Websky, Z. Dtsch. geol. Ges. **31**, 212 (1879).
5. Aus Drusenräumen des Granits von Königshain bei Görlitz (Schlesien); anal. G. Woitschach, Inaug.-Diss., Breslau 1881, 39; Z. Kryst. **7**, 82 (1884).
6. Aus kiesführendem Quarzgang der Bottinoer Grube bei Serravezza; anal. A. Funaro u. L. Bussati, Gazz. chim. It. **13**, 433 (1883); Z. Kryst. **11**, 164 (1886).

Formel. C. F. Rammelsberg berechnet einige Analysen und erhielt:

Fundort	Analytiker	R : R : Si : H_2O
Weilburg	A. Nies	1,1 : 0,7 : 1 : 1,2
Könighain	G. Woitschach	1,0 : 0,6 : 1 : 1,2
Striegau	C. F. Rammelsberg	1,5 : 0,5 : 1 : 1,2
Bottino	A. Funaro u. L. Bussati	1,2 : 0,6 : 1 : 1

G. Websky berechnete aus der Analyse von C. F. Rammelsberg:

$$H_{10}Fe_6(Al, Fe)_4Si_4O_{25}.$$

G. Tschermak berechnet eine Mischung der Silicate Sp, At, St im Verhältnis: 5 : 6 : 6.

P. Groth verzeichnet die erwähnte Formel G. Webskys.

Neue Analyse.

	7.	8.
Na_2O	0,24	0,26
K_2O	0,88	0,97
MgO	9,81	10,81
FeO	24,40	26,86
Al_2O_3	21,58	23,76
Fe_2O_3	1,41	1,55
SiO_2	22,68	24,97
TiO_2	0,10	0,11
H_2O	9,72	10,71
Unlöslich	8,57	—

7. Aus cambrischem Schiefer bei Field mit Kaolin und kohliger Substanz (British Columbia); anal. G. Steiger bei Esper S. Larsen u. G. Steiger, Journ. of the Washington Acad. 7, 6; Chem. ZB. **88**, VI, 683 (1917).

8. Dieselbe Analyse nach Abzug des Unlöslichen auf 100°/₀ berechnet.

Daraus wird die Formel berechnet; nach Abzug der beigemengten Gangart, also aus den Zahlen der reduzierten Analyse Nr. 8:

$$64(Fe, Mg)O . 24Al_2O_3 . 42SiO_2 . 60H_2O .$$

Die Formel:

$$5(Mg, Fe)O . 2Al_2O_3 . 4SiO_2 . 5H_2O$$

zeigt, daß es sich um einen Übergang zwischen Aphrosiderit und Delessit handelt.

Eigenschaften. Dichte 2,8. Härte der Aggregate 1. Farbe olivengrün bis schwärzlichgrün, Strich grünlichgrau. Durchscheinend. Pleochroitisch.

Wird vor dem Lötrohre braunschwarz, schmilzt aber nur schwer zu schwarzer Masse. Gibt im Kölbchen Wasser.

Schon von kalter Salzsäure vollkommen zersetzbar, unter Abscheidung von Kieselgallerte.

Umwandlung, Vorkommen und Genesis. Durch Verwitterung wird das Mineral bronzebraun und bekommt metallartigen Schimmer. Kommt mit Eisenerzen und Quarz vor.

Melanolith.

Analysen.

	1.	2.
Na_2O	1,62	1,85
FeO	21,97	25,09
Al_2O_3	3,92	4,48
Fe_2O_3	20,25	23,13
SiO_2	30,86	35,24
H_2O	8,94	10,21
$CaCO_3$	12,77	—
	100,33	100,00

1. Als Überzug, auf Klüften im Syenit bei Charleston (Massachusets); anal. Wurtz, Am. Journ. **10**, 80 (1850).

2. Die vorige Analyse nach Abzug von Calciumcarbonat auf 100 umgerechnet.

Aus der Analyse berechnet sich die Formel:

$$H_6Fe_2(Fe, Al)_2Si_3O_{14} .$$

Nur im Dünnschliff durchscheinend, sonst undurchsichtig. Schwarz. Strich dunkelolivengrün. Fettglänzend. Spaltbarkeit nicht wahrnehmbar. Härte 2. Dichte 2,69.

Vor dem Lötrohre leicht zu schwarzer Perle schmelzbar. Durch Salzsäure leicht unter Abscheidung von flockiger Kieselsäure zersetzbar. Kommt als Überzug in Klüften von Syenit vor.

Strigovit.

Analyse.

MgO	0,36
CaO	0,37
MnO	7,25
FeO	26,21
Al_2O_3	16,60
Fe_2O_3	11,43
SiO_2	28,43
H_2O	9,31
	99,96

Als Überzug auf den in Klüften ausgeschiedenen Mineralien im Granit von Striegau (Schlesien); anal. G. Websky, Z. Dtsch. geol. Ges. **25**, 391 (1875).

Formel. $H_4(Fe, Mn)_2(Al, Fe)_2Si_2O_{11}$.

G. Tschermak hat auch für dieses Mineral eine Strukturformel aufgestellt, welches er neben dem Serpentinsilicat und dem Amesitsilicat als konstituierendes Silicat der Chloritgruppe annimmt. Diese theoretische Formel, in welcher statt Fe, Mg eingesetzt wird, ist:

$$\begin{matrix} HO{-}Mg{-}O \\ HO{-}Mg{-}O \end{matrix}{>}Si{<}\begin{matrix} O \\ O \end{matrix}{>}Si{<}\begin{matrix} Al{-}OH \\ Al{-}OH \end{matrix}$$

Dieses Silicat wird bei der Zusammensetzung der Chlorite mit „St" bezeichnet.

Eigenschaften. Kommt in Aggregaten kurzer sechsseitiger Säulchen vor. Optisch einachsig. Dichte 3,144.

Schwärzlichgrün, bei Verwitterung bräunlichgrün. Strich und Pulver graugrün.

Vor dem Lötrohre ziemlich schwer zu schwarzem Glas schmelzbar. Im Kölbchen sogleich ohne Farbenänderung Wasser abgebend. Beim Glühen in offenem Rohr braunrot werdend, im Kohlensäurestrom verändert es sich und wird schwarz mit rotem Stich.

In Säuren leicht unter Abscheidung von pulveriger Kielsäure zersetzbar.

Euralith.

Dieses den Leptochloriten zugezählte Mineral ist bereits ein Übergang zu den Chloriten, da es ziemlich viel Magnesia enthält.

Analyse.

MgO	17,92
CaO	1,34
FeO	15,66
Al_2O_3	12,15
Fe_2O_3	6,80
SiO_2	33,68
H_2O	11,49
	99,04

Als Ausfüllungsmasse, auf Klüften in Olivin-Diabas, von Kiper Jerri im Kirchspiel Eura (Finnland); anal. J. Wijk, Öfvers. Finska Vetensk. Soc. Vörhandl. **11**, 28 (1868/69); N. JB. Min. etc. 1869, 357; Z. Kryst. **2**, 495 (1878).

Eigenschaften. Kristallinisch mit radialstrahliger Textur. Dunkelgrün. Härte 2—3. Dichte 2,62.

Vor dem Lötrohre ziemlich leicht zu schwarzer magnetischer Kugel schmelzbar. Durch Salzsäure zersetzbar.

Delessit.

Synonym: Eisenchlorit, Chlorite ferrigineuse.

Varietät: Subdelessit.

Der Delessit und seine Verwandten werden von A. Schrauf als Protochlorite zusammengefaßt.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.
δ	—	—	—	2,836
MgO	19,14	12,23	15,32	16,62
CaO	0,46	3,70	0,45	0,98
MnO	—	—	—	0,31
FeO	4,07	—	15,12	18,30
Fe_2O_3	15,47	42,00	18,25	16,74
Al_2O_3	17,54	—	8,17	4,83
SiO_2	31,07	29,08	29,45	28,79
CO_2	—	—	—	0,35
H_2O	11,55	12,99	12,57	12,25
	99,30	100,00	99,33	100,21[1]

1. La Grève bei Mielin (Vogesen); anal. A. Delesse, Ann. mines 12, 221 (1874).
2. Aus Melaphyr von Oberstein a. d. Nahe; anal. derselbe, ebenda 16, 520 (1849).
3. Aus Melaphyr von Planitz bei Zwickau (Sachsen); anal. derselbe, ebenda wie Analyse 2.
4. Aus Melaphyr des „Ungeheuren Grundes" bei Friedrichroda (Thüringen); anal. Pufahl bei E. Weiss, Z. Dtsch. geol. Ges. 31, 801 (1879).

	5.	6.	7.	8.	9.
δ	2,652	2,573	2,598	2,656	2,672
Na_2O	—	—	—	—	1,11
K_2O	—	—	—	—	0,57
MgO	28,77	20,42	19,64	18,65	18,60
CaO	0,86	1,57	1,39	1,38	1,59
MnO	—	—	Spur	0,38	1,00
FeO	6,62	12,45	12,09	15,31	18,32
Al_2O_3	13,44	17,33	18,87	15,32	12,83
Fe_2O_3	4,40	1,19	1,18	3,16	1,63
SiO_2	32,69	32,00	32,01	30,93	30,69
H_2O	13,25	15,45	15,46	14,69	13,77
	100,03[2]	100,41[3]	100,64[4]	99,82[5]	100,11[6]

[1]) Außerdem 0,18% TiO_2, 0,28 K_2O, 0,24 Na_2O, 0,08 P_2O_5 und 0,26 SO_3.
[2]) Wasserverlust bei 100° 2,774%.
[3]) „ „ 100° 6,300%.
[4]) „ „ 100° 4,678%.
[5]) „ „ 100° 4,678%.
[6]) „ „ 100° 3,389%.

5. Aus Blasenräumen eines Mandelsteines von St. Cyrus, nördlich von Montrose Kincardine (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh 29,; Z. Kryst. 5, 632 und 635 (1883).

6. Fast schwarzer, feinschuppiger Delessit von Bowling Quarry, Dumbarton (Schottl.); anal. wie oben.

7. Aus Trappgestein von Dumbuck, Dumbarton (Schottl.); anal. wie oben.

8. Aus Blasenräumen eines Porphyrit-Mandelsteins, zusammen mit Zeolithen von Long Craig, Dumbartonshire; anal. wie oben.

9. Aus Hohlräumen eines gangförmigen Basalts mit Iserin, von Elie in Fifesshire (Schottl.); anal. wie oben.

Die Mitteilung einer noch unveröffentlichten Analyse verdanke ich Herrn Prof. P. Tschirwinski.

MgO	15,91
CaO	0,85
FeO	18,87
Al_2O_3	10,78
Fe_2O_3	15,27
SiO_2	27,86
H_2O bei 100°	0,84
Glühverl.	9,26
	99,64

Von Kwarzchana (Batum); anal. N. Iwanowitch Besborodko.

Formel.

C. F. Rammelsberg[1]) berechnet folgende Molekularverhältnisse:

Fundort	Analytiker	R : R : Si : H_2O
La Grève	A. Delesse	0,6 : 0,5 : 1 : 1,2
Friedrichroda	Pufahl	1,4 : 0,4 : 1 : 1,4
St. Cyrus	F. Heddle	1,5 : 0,3 : 1 : 1,3
Bowling Quarry	F. Heddle	1,3 : 0,3 : 1 : 1,6
Dumbuck	F. Heddle	1,3 : 0,3 : 1 : 1,6
Long Craig	F. Heddle	1,4 : 0,3 : 1 : 1,6
Elie	F. Heddle	1,6 : 0,3 : 1 : 1,5

Eine Formel stellte er nicht auf.

E. Weiss berechnet aus der Analyse Pufahls:

$$H_{14}(Fe, Mg)_7(Al, Fe)_4Si_6O_{30}.$$

F. Heddle berechnet aus seinen Analysen:

$$H_{10}(Fe, Mg)_4(Al, Fe)_2Si_3O_{18}.$$

P. Groth[2]) schrieb:

$$H_{10}(Mg, Fe)_4(Al, Fe)_4Si_4O_{23}.$$

Eigenschaften. Härte 2—3. Dichte 2,6—2,9. Farbe oliven- bis schwarzgrün. Kommt in strahligen und faserigen Aggregaten vor, pleochroitisch.

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem., Erg.-Heft II, 129 (1895).

[2]) P. Groth, Tab. Übers. 1888, 120.

Der mittlere Brechungsquotient ist 1,619. Die Doppelbrechung $N_\gamma - N_\alpha$ 0,014 für das Vorkommen von Bishopton (A. Michel-Lévy u. A. Lacroix).[1]

Vor dem Lötrohre schwer zu schwarzer, magnetischer Masse schmelzbar. Beim Glühen wird er braunschwarz bis braun, im Kölbchen gibt er Wasser. Von Säuren wird er leicht unter Abscheidung von flockiger Kieselsäure zersetzt.

Vorkommen und Genesis. Delessit dürfte ein Umwandlungsprodukt von Mineralien der Augit- und Hornblendegruppe sein. Er kommt besonders im femischen Gestein (Melaphyr, Porphyrit, auch Basalt) vor und tritt meistens in Mandelräumen dieser Gesteine auf. Sehr oft ist er mit Kalkspat verquickt.

Anhang zu Delessit.

Eine Analyse von A. Lasaulx bezieht sich vielleicht auf Delessit.

MgO	14,74
CaO	4,51
Al_2O_3	18,51
Fe_2O_3	19,82
SiO_2	30,32
H_2O	12,30
	100,20

Grünes, chloritartiges Bindemittel in einem Trümmergestein aus Basaltbruchstücken, vom Fuß des Puy de Montaudoux bei Clermont Ferrand (Auvergne); anal. A. v. Lasaulx, Sitzber. niederrhein. Ges. Bonn 1870, 149.

Chloropit.

Verwandt mit Delessit ist W. C. v. Gümbels „Chloropit“, das grün färbende Pigment der Diabase.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.
Na_2O	0,56	1,18	1,09	—
K_2O	0,52	0,36	0,60	—
MgO	8,78	8,97	15,08	13,95
CaO	—	4,14	1,00	5,02
FeO	23,85	15,51	13,27	15,96
Al_2O_3	14,64	16,57	14,31	14,04
Fe_2O_3	14,80	13,02	14,87	9,27
SiO_2	27,10	30,56	29,10	29,06
H_2O	9,69	9,08	10,77	11,64
	99,94	99,39	100,09	98,94

1. Aus dem Diabas von Schwarzenbach (Fichtelgebirge); anal. A. Loretz bei C. W. v. Gümbel, Geogn. Beschr. d. Fichtelgeb. 1879, 219, 233.
2. Von Weidesgrün; anal. wie oben.
3. Von Lippertsgrün; anal. wie oben.
4. Aus dem Chloropitschiefer von Köditz; anal. wie oben.

[1] A. Michel-Lévy u. A. Lacroix, Minér. d. roches, Paris 1888, 169.

Vorkommen und Genesis. Chloropit ist ein sekundäres Mineral, welches sowohl in den Schalsteinen, als auch in einem Schiefer, dem Chloropitschiefer, im Fichtelgebirge vorkommt. Er dürfte aus mehreren Substanzen entstanden sein, daher seine verschiedene chemische Zusammensetzung. Ob wirklich ein homogenes Mineral vorliegt, ist nicht ganz sicher.

Stilpnomelan.

Kristallinisch-blätterig.

Synonym: Chalkodit.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
K_2O	—	—	—	0,75	0,75
MgO	3,34	1,89	1,68	2,67	1,78
CaO	1,19	0,20	0,18	—	0,19
FeO	37,05	33,89	35,38	35,82	35,60
Al_2O_3	8,16	7,10	5,88	5,88	5,84
SiO_2	43,19	46,50	45,43	46,17	45,96
H_2O	5,95	7,90	9,28	8,72	8,63
	98,88	97,48	97,83	100,01	98,75

1. bis 4. Aus devonischem Tonschiefer bei Obergrund unweit Zuckmantel (Österr.-Schlesien); anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **43**, 127 (1838).

5. Mittel aus den vier vorhergehenden Analysen. Min.-Chem. 1875, 689.

	6.	7.	8.	9.	10.
Na_2O	1,54	—	—	—	—
K_2O	2,40	—	—	—	—
MgO	2,37	0,94	3,00	4,56	5,47
CaO	4,38	1,67	—	0,28	—
FeO	34,03	37,78	37,70	16,47	30,34
Al_2O_3	13,81	4,92	5,00	3,62	4,36
Fe_2O_3	9,25	—	—	20,47	4,99
SiO_2	26,76	45,07	45,61	45,29	44,75
H_2O	3,04	8,47	9,14	9,22	9,18
CO_2	0,58	—	—	—	—
	98,16	98,85	100,45	99,91	99,09

6. Von der Annagrube bei Bärn (Mähren); anal. Sarkany, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1871, 108.

7. Aus dem Eisensteinlager der Grube Friderike bei Weilburg (Nassau); anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 680.

8. Pengrube, Nordmark, in Wermland (Schweden); anal. J. L. Igelström, Öfvers. Akad. Stockholm 1850, 399.

9. Von der Sterling Iron Mine bei Antwerp, Jefferson Cy. (N. York); anal. G. J. Brush, Am. Journ. **25**, 198 (1858). (Varietät Chalkodit.)

10. Von ebenda; anal. F. Genth, Am. phil. soc. 2. Okt. 1885, 45; Z. Kryst. **12**, 491 (1887).

Die Analyse 6 bezieht sich auf einen schwarzen, sog. Stilpnomelanschiefer und hat abnorme Zusammensetzung.

Neuere Analysen sind folgende:

	11.	12.	13.
δ	—	—	2,442–2,445
MgO	1,26	1,36	3,71
CaO	0,50	1,34	0,50
MnO	—	0,20	1,49
FeO	22,30	10,00	28,20
Al_2O_3	5,70	8,94	4,49
Fe_2O_3	16,73	30,59	5,00
SiO_2	44,61	37,40	47,15
H_2O	5,21	8,20	8,70
CO_2	1,78	0,80	—
P_2O_5	0,11	0,72	—
	98,20	99,55	

11. Gang- und nestförmig im Magneteisenerzkörper des Ottilienhauptlagers eingewachsen, mit Thuringit (vgl. S. 327 u. 328).

12. Derb, großblätterig im Limonit eingewachsene Ader. Beide auf dem Schalsteinzuge Sternberg-Bennisch (Mähren); beide anal. F. Kretschmer, ZB. Min. etc. 1907, 289 und 321.

13. Chalkodit vom Köhlerloche (Harzburg), in Hohlräumen zwischen Gabbro und Pegmatit; anal. J. Fromme, Jahr. Vers. f. Nat.-Wiss. zu Braunschweig **12**, 31 (1900); Z. Kryst. **36**, 656 (1902).

Formel. C. F. Rammelsberg[1] stellte 1875 aus der Berechnung der Analyse von G. J. Brush die Formel auf:

$$\overset{II}{R}_2\overset{III}{R}_2Si_5O_{15} . 3H_2O.$$

Im Ergänzungsheft II[2]) berechnete er dieselbe Analyse, sowie die neue von F. Genth, jedoch ohne eine neue Formel aufzustellen.

	$\overset{II}{R}$	$\overset{III}{R}$	Si	H_2O
1.	0,46	0,4	1	0,7
2.	0,75	0,2	1	0,7.

Er bezweifelt die Richtigkeit der Bestimmung der beiden Eisenoxyde.

F. Genth hatte die Formel erhalten:

$$H_{12}(Fe, Mg)_8(Al, Fe)_2Si_{10}O_{37}.$$

Eigenschaften. Ausgezeichnete Spaltbarkeit nach einer Richtung. Härte 3—4. Dichte 2,8—3. Auf der Spaltungsfläche Glas- bis Perlmutterglanz, sonst Fettglanz. Farbe schwarz bis grünlichschwarz. Strich olivengrün oder grünlichgrau. Der Chalkodit hat mehr metallartigen Glanz und mehr bronzegrün, mit grünem bis gelbem Strich. Durchscheinend in dünnen Blättchen, dann starken Pleochroismus zeigend.[3])

Vor dem Lötrohre leicht zu schwarzer magnetischer Kugel schmelzend. Im Kölbchen gibt es viel Wasser. Durch Säuren leicht angreifbar, so von konz. Schwefelsäure und Salzsäure, wobei flockige Kieselsäure abgeschieden wird.

---

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. S. 689.

[2]) l. c. S. 430.

[3]) Nach J. Fromme, l. c. ist die Härte seines Chalkodits aus dem Radautale nur 1—2.

Vorkommen und Genesis. Stilpnomelan kommt meistens mit Magneteisen und Brauneisen auch mit Roteisen und Pyrit, häufig in Begleitung von Kalkspat vor. Das Mineral scheint ein Verwitterungsprodukt des Thuringits zu sein, wie dies von F. Kretschmer für den Sternberger Stilpnomelan angenommen wird.

Moravit.

Ein dem Thuringit nahestehender Leptochlorit wurde von F. Kretschmer als Moravit bezeichnet.

Analysen.

	1.	2.
Alkalien	1,10	—
MgO	1,82	1,46
CaO	Spur	0,84
FeO	13,99	8,30
Al_2O_3	22,71	19,62
Fe_2O_3	5,04	10,42
SiO_2	49,30	50,69
H_2O	4,95	5,02
Graphit	0,55	—
P_2O_5	Spur	0,93
	99,46	97,28

Von Gobitschau bei Sternberg (Mähren); anal. F. Kretschmer, ZB. Min. etc. 1906, 293.

1. An reinem, 2. an weniger reinem Material.

Eigenschaften. Dichte 2,38. Härte $3^1/_2$. Spaltbarkeit nach einer Richtung vollkommen. Steht dem Thuringit nahe. Farbe eisenschwarz, lebhaft fett- bis perlmutterglänzend, Strich dunkelrauchgrau.

Schmilzt vor dem Lötrohre zu schwarzer, glänzender Kugel. Mit Salzsäure unter Abscheidung von Kieselgallerte zersetzbar.

Formel. $H_4(Fe, Mg)_2(Al, Fe)_4Si_7O_{24}$.

Vorkommen. Der Moravit ist ein Zersetzungsprodukt des Thuringits; er ist mit dem Thuringit innig verwebt.

Astrolith.

Wahrscheinlich rhombisch.

Analysen.

	1.	2.	3.
Na_2O	6,40	6,62	6,94
K_2O	5,03	5,20	5,28
FeO	11,62	12,01	12,08
Al_2O_3	7,88	8,15	8,58
Fe_2O_3	12,62	13,05	13,43
SiO_2	50,44	52,14	50,66
H_2O	2,74	2,83	3,03
$CaCO_3$	3,88	—	—
	100,61	100,00	100,00

1. Einschluß in Diabastuff bei Neumarkt (nordöstlich) sächs. Vogtland; anal. R. Reinisch, ZB. Min. etc. 1904, 108.
2. Nach Abzug von Calciumcarbonat auf 100 berechnet.
3. Theoretische Zusammensetzung nach der Formel (siehe unten).

Formel. $(Na, K)_2Fe(Fe, Al)_2Si_5O_{15} . H_2O$.

Eigenschaften. Kommt in radialstrahligen Kügelchen vor, gut spaltbar nach einer Richtung, auf dieser Glas- bis Perlmutterglanz. Härte 3,5. Dichte 2,78. Durchscheinend. $2E = 48^0$ zirka. Pleochroitisch. Stärke der Doppelbrechung 0,20—0,22. Farbe grüngelb, zeisiggrün. Strich grauweiß.

Vor dem Lötrohre schmilzt er schwerer als Almandin unter Bildung von grauem Email. Salzsäure und Schwefelsäure greifen es nicht merklich an.

Minguetit.

Gehört nach A. Lacroix zu den Chloriten.

Analyse.

Na_2O	0,66
K_2O	3,00
MgO	3,22
CaO	0,94
FeO	19,00
Al_2O_3	5,22
Fe_2O_3	18,80
SiO_2	43,65
H_2O	6,00
	100,49

Von der Minguet-Mine bei Segré (Maine et Loire), am Kontakt von Magneteisen mit zersetztem Diorit; anal. F. Pisani bei A. Lacroix, Bull. Soc. min. **33**, 270 (1910).

Formel. Aus der Analyse berechnet sich:

$$K_2O : FeO : Fe_2O_3 : SiO_2 : H_2O = 1:8:4:17:8.$$

Daraus die Formel:

$$H_{16}K_2Fe_8Fe_8Si_{17}O_{63}.$$

Das Mineral hat eine gewisse Ähnlichkeit mit Stilpnomelan, von welcher es sich aber durch den Alkaligehalt unterscheidet, und wegen des höheren Eisenoxydgehalts. A. Lacroix stellt es als Zwischenglied von Stilpnomelan und Lepidomelan auf. W. E. Ford rechnet es zur Chloritgruppe, was mir am wahrscheinlichsten erscheint.

Eigenschaften. Dichte mindestens 2,86. Schwarzgrün. Optisch einachsig, negativ, stark pleochroitisch.

Vor dem Lötrohre zu schwarzem magnetischen Email schmelzbar. Im Kölbchen gibt es bei Rotglut sein ganzes Wasser ab. Von Salzsäure leicht zersetzbar, unter Beibehaltung seiner Form.

Grünerde.

Unter Grünerde versteht man erdige Silicate dieser Farbe, welche jedoch verschiedene Zusammensetzung zeigen. Es läßt sich nicht immer unterscheiden, was wirkliche homogene Mineralien und was mechanische Gemische sind. Manche reihen die hierher gehörigen Mineralien zu den Kaolin- bzw. zu den Tonmineralien. Auch erdige Chlorite (wie Delessit) wurden zu der Grünerde gerechnet.

Mineralogisch unterscheidet man namentlich Glaukonit und Seladonit. Ein wesentlicher chemischer Unterschied zwischen beiden besteht nicht, doch enthalten die Glaukonite mehr Eisenoxyd als Oxydul, was aber auch nicht immer zutrifft.

Der Unterschied ist mehr ein genetischer und geologischer, da Glaukonite diejenigen Grünerden genannt werden, welche in den sedimentären Grünsanden der Kreideformation, Trias- und Tertiärformation, also in Sedimenten vorkommen, während die Seladonite Zersetzungsprodukten femischer Eruptivgesteine Melaphyre, Augitporphyrite, basaltischer Mandelsteine, basaltischer Tuffe entstammen.

Glaukonit.

Synonyma: Creta viridis, Grünerde zum Teil.

Die Analysen ergeben verschiedene Resultate; man kann solche Glaukonite mit viel Eisenoxydul und solche mit wenig unterscheiden. Diese enthalten wieder viel Eisenoxyd. Da es sich in den meisten Fällen um alte Analysen handelt, ist die Trennung der Eisenoxyde nicht immer zuverlässig.

Bei manchen fehlt die Trennung der Oxyde.

Analysen.

Analysen ohne Trennung der Eisenoxyde.

	1.	2.	3.	4.	5.
Na_2O	—	—	0,50	0,98	—
K_2O	3,37	8,79	8,20	6,96	—
MgO	3,37	6,21	3,70	1,27	1,18
CaO	—	—	—	2,49	1,62
FeO	18,75	21,78	8,60	20,61	20,10
Al_2O_3	10,09	5,00	19,80	11,45	13,32
SiO_2	58,17	53,46	50,70	46,58	56,70
H_2O	6,25	4,76	8,50	9,66	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	

1. Aus dem Grünsand von Büderich zwischen Umma und Werl; anal. v. Dechen, Naturhist. Ver. in Bonn **12**, 176 (1855).
2. Aus Grünsand von Dortmund, in der Richtung nach Witten; anal. v. d. Marck, ebenda.
3. Aus untersilurischem Sandstein von Island of Orleans, Prov. Quebec; anal. T. St. Hunt, Rep. geol. Surv. Canada 1863, 487.
4. Aus untersilurischem Kalkstein, Red Bird (Missouri); anal. Derselbe, wie oben.
5. Von Gay Head, Massachusets; anal. S. L. Dana bei Hitchcock, G. Rep. Massachusets 1841, 93.

	6.	7.	8.	9.	10.
Na_2O	—	—	—	—	1,60
K_2O	12,01	9,96	12,96	5,66	5,36
MgO	—	Spur	—	1,60	1,10
CaO	—	—	—	—	1,73
FeO	24,31	24,30	22,14	33,94 (FeO + Al_2O_3)	24,15
Al_2O_3	6,30	6,40	6,50		3,85
SiO_2	48,45	51,50	50,75	48,03	53,26
H_2O	8,40	7,70	7,50	11,56	10,12
	99,47	99,86	99,85	100,73	101,17

6. Von Cauley's Pits, bei Woodstown (N. Jersey); anal. Rogers, Geol. Rep. of N. Jersey 201; nach C. Hintze, II, 850.
7. Von Scultown (N. Jersey); anal. wie oben.
8. Von Poke Hill, Burlington Cy. (N. Jersey); anal. wie oben.

9. Von Shrewsbury, Monmouth Cy. (N. Jersey); anal. A. Wurtz, Am. Journ. **10**, 326 (1850).
10. Südöstlich Philadelphia (N. Jersey); anal. Fisher, ebenda **9**, 83 (1850).

	11.	12.
δ	2,297	2,349
Na_2O	4,88	3,26
K_2O	1,70	1,48
MgO	1,04	0,92
FeO	20,13	21,06
Al_2O_3	6,56	4,71
SiO_2	57,56	58,74
H_2O	8,17	9,79
	100,04	99,96

11. Von Coal Bluff (Alabama); anal. W. Mallet, ebenda (siehe Analyse Nr. 2) **23**, 181 (1857).
12. Von Gainsville (Alabama); anal. wie oben.

Analysen mit Bestimmung beider Eisenoxyde.

Analysen mit wenig Eisenoxydul und viel Eisenoxyd.

	13.	14.	15.	16.	17.
K_2O	5,75	3,10	5,75	5,18	5,90
MgO	—	4,20	—	Spur	—
CaO	—	—	—	0,78	—
FeO	3,25	3,10	3,80	4,80	4,20
Al_2O_3	7,05	6,70	7,10	6,40	1,50
Fe_2O_3	23,60	21,80	20,07	25,80	28,10
SiO_2	49,10	50,80	49,40	48,99	50,20
H_2O	10,10	9,80	12,75	8,98	8,60
	98,85	99,50	98,87	100,93	98,50

13. Glaukonitsand aus Muschelkalk, Bindlacher Berg bei Bayreuth; anal. K. v. Haushofer, Journ. prakt. Chem. **97**, 353 (1866).
14. Aus glaukonitischem Kalkstein des Jura von Sorg bei Kronach (Oberfranken); anal. wie oben.
15. Aus glaukonitischem Kreide-Kalkstein von Roding bei Cham (Oberpfalz); anal. wie oben.
16. Aus glaukonitischem Kreide-Kalkstein von Ortenburg bei Passau; anal. wie oben.
17. Aus Glaukonit-Mergel der Kreide von Roding bei Cham; anal. wie oben.

	18.	19.	20.	21.	22.
δ	—	—	—	3,314	—
Na_2O	—	—	—	0,91	—
K_2O	4,60	8,00	5,60	7,31	7,14
MgO	1,40	—	1,50	4,40	—
CaO	2,40	—	—	2,95	—
FeO	3,00	6,80	3,00	2,64	6,03
Al_2O_3	4,20	3,20	5,10	7,04	3,80
Fe_2O_3	21,60	22,20	32,80	23,06	21,03
SiO_2	47,60	49,50	43,60	46,91	50,62
H_2O	14,70	9,50	7,70	4,71	9,14
	99,50	99,20	99,30	99,93	99,87 [1]

[1]) $MgCO_3$ 0,57%; $CaCO_3$ 0,54%.

18. Aus Glaukonitsandstein von Benediktbeuren (Bayern); anal. wie oben.
19. Aus Glaukonitmergel der Nummulitenformation von Kressenberg (Bayern); anal. wie oben.
20. Von ebenda, mit größeren dunklen Glaukonitkörnern; anal. wie oben.
21. Aus Glaukonitsand zwischen Leithakalk und Schlier von der Insel Gozzo (Dalmatien); anal. E. v. Bamberger, Tsch. min. Mit. Beil. J. geol. R.A. **27**, 271 (1877).
22. Von Havre; anal. K. v. Haushofer, Journ. prakt. Chem. **102**, 36 (1867).

	23.	24.	25.
Na_2O	—	0,21	1,21
K_2O	7,97	7,87	6,05
MgO	4,08	2,28	2,65
CaO	—	3,21	0,55
FeO	20,16	5,96	3,06
Al_2O_3	7,15	4,79	15,21
Fe_2O_3	—	19,90	10,56
SiO_2	54,18	50,42	49,09
H_2O	5,74	5,28	11,64
	99,28	99,92	100,02

23. Körnige Massen aus der unteren Kreideformation. Von Villers-sur-mer (Dép. Calvados); anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Minér. 1862, 542.
24. Glaukonitsand von Antwerpen; anal. F. Dewalque, Bull. soc. géol. Belgique **2**, 3 (1874).
25. Mattgrünes Pulver von Ashgrove bei Elkin (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. **29**, 79 (1879).

Neuere Analysen.[1]

	26.	27.	28.	29.	30.
δ	2,711	2,798	2,790	2,675	2,550
Na_2O	0,98	0,30	0,46	0,35	0,43
K_2O	9,54	9,01	9,31	7,66	8,04
MgO	2,97	3,25	2,92	3,85	2,45
CaO	0,57	—	0,56	0,87	0,56
FeO	1,32	2,36	5,95	1,98	2,68
Al_2O_3	7,66	7,82	5,84	9,93	14,94
Fe_2O_3	23,43	22,26	20,06	18,69	17,13
SiO_2	48,95	49,75	49,53	51,00	47,88
H_2O bei 110° .	4,43	3,58	3,45	3,65	5,12
H_2O beim Glühen	4,93	5,16	4,91	5,83	5,91
	100,35	99,91	99,54	100,16	100,12

26. Aus Kreidesandstein von Padi (Gouv. Saratow); anal. K. Glinka, Über Glaukonit, St. Petersburg 1896; nach Ref. Z. Kryst. **30**, 390 (1899).
27. Ebenso, locker, von Nasonovo (Gouv. Smolensk); anal. wie oben.
28. Aus Eocänsandstein vom Ural; anal. wie oben.
29. Aus tertiärem Sandstein von Traktumiroff (Gouv. Kiew); anal. wie oben.
30. Aus Jurasandstein von Tschernoskoje (Gouv. Nishnij-Nowgorod).

Bei den nachfolgenden Analysen von K. Glinka wurde der Glaukonit vom Ton durch Schlämmen in Wasser und dann durch Thouletsche Lösung getrennt, wobei er dunkelgrüne Körner vom spez. Gewicht 2,7—2,8 und gelblichgrüne von der Dichte 2,4—2,5 ergab.

[1] Bei den Analysen von K. Glinka ist die bei 100° entweichende Wassermenge nicht in der Summe inbegriffen.

	31.	32.	33.	34.	35.
δ	2,551	2,400	2,749	2,634	2,867
Na_2O	0,42	0,38	0,43	0,42	0,47
K_2O	7,49	5,74	7,16	7,21	8,69
MgO	1,74	0,69	1,93	1,80	4,11
CaO	2,20	1,96	3,37	1,22	—
FeO	2,80	2,06	5,78	3,70	2,34
Al_2O_3	16,51	22,19	21,43	17,99	12,76
Fe_2O_3	18,91	18,49	8,17	13,95	13,56
SiO_2	42,32	41,02	42,35	47,59	52,96
H_2O bei 100° .	5,86	7,79	2,42	4,91	3,16
H_2O beim Glühen	7,48	7,88	4,45	5,27	4,91
	99,87	100,41	100,07	99,15	100,10

31. Aus Jurasandstein von Korowo (Gouv. Kaluga).
32. Derselbe Glaukonit, andere Fraktion.
33. Aus Jurasandstein von Kosolapowo (Gouv. Nishnij-Nowgorod).
34. Derselbe Glaukonit, andere Fraktion.
35. Aus untersilurischem Kalkstein von Udriass (Esthland).

	36.	37.	38.	39.	40.	41.
δ . .	2,955–2,952	—	—	—	3,040	—
Li_2O . .	0,01	—	—	—	—	—
Na_2O . .	1,58	2,28	2,40	2,16	1,451	2,070
K_2O . .	6,62	5,07	5,28	8,21	2,063	6,840
MgO . .	4,08	1,75	1,85	1,97	1,263	Spur
CaO . .	0,91	1,06	1,12	1,97	0,437	0,642
MnO . .	0,06	—	—	—	—	—
FeO . .	3,95	2,12	2,25	10,17		
Al_2O_3 . .	7,04	12,10	12,87	13,00	31,878	34,461
Fe_2O_3 . .	19,13	15,13	16,08	16,81		
SiO_2 . .	50,36	45,78[1]	48,70	40,00	50,102	45,751
TiO_2 . .	0,02	—	—	—	—	—
H_2O . .	6,32	9,31	9,90	6,19	12,816[2]	11,380
P_2O_5 . .	0,26	—	—	—	—	—
	100,34	94,60	100,45	100,48	100,010	101,144

36. Aus Grünsand der oberen Schioschichten am Zollhause, Mte. Brione (Gardasee); anal. A. Schwager bei C. W. v. Gümbel, Sitzber. Akad. München **23**, 545 (1896); Z. Kryst. **30**, 518 (1899).

37. u. 38. Beide aus den unteroligocänen Sandsteinen von Galowischte bei Grodno; anal. W. Smirnow, Ann. géol. u. min. Russie **7**, 246 (1905); Z. Kryst. **43**, 77 (1907).

39. Aus chloritischem Sandstein des oberen Greensbad von Woodburn, Carrickfrugs (Irland); anal. A. P. Hoskins, Geol. Mag. **2**, 217 (1895); Z. Kryst. **28**, 214 (1897).

40. Von Waywora; anal. P. Zjemjatschensky, Tr. soc. natural. St. Petersburg **23**, 53; Z. Kryst. **26**, 516 (1896).

41. Vom Dorfe Tschernoskoje, Distr. Sergatsch (Gouv. Nishnij-Nowgorod); anal. wie oben.

W. A. Caspari hat Glaukonit aus unterseeischem Grünsand isoliert, indem er ihn abwechselnd mit $\frac{1}{2}$-n Salzsäure und 10%iger Natronlauge behandelte. Der Rückstand wird mit kochendem Wasser behandelt; dadurch wird der

[1] Mit 6,50% Quarz.
[2] Davon bei 106—115° 2,816%.

Glaukonit zu einer hellgrünen kolloidalen Suspension aufgelöst, aus welcher er durch schwache Ansäuerung wieder gefällt werden kann. Das so erhaltene Material, bei 110° getrocknet, hatte folgende Zusammensetzung:

	42.	43.	44.
K_2O	7,02	7,80	7,76
MgO	3,10	4,54	2,41
FeO	0,89	2,78	3,10
Al_2O_3	7,09	7,61	1,53
Fe_2O_3	25,95	18,83	30,83
SiO_2	49,12	51,15	47,46
H_2O	7,12	7,56	7,00
	100,29	100,27	100,09

42. Aus dem Stillen Ozean, auf der Höhe von Panama, aus einer Tiefe von 556 Faden; anal. W. A. Caspari, Proc. Roy. Soc. Edinburgh, **30**, 348 (1909); Z. Kryst. **50**, 264 (1912).
43. Von der Agulhasbank, Tiefe von 110 Faden; anal. wie oben.
44. Aus einer Tiefe von 317 m, 38° 22′ n. B. und 123° 24′ westl. Länge von Gr.; anal. L. W. Collet u. G. W. Lee, Proc. Roy. Soc. Edinburgh **26**, 238 (1906); Z. Kryst. **45**, 303 (1908).

W. A. Caspari stellt auch für diese Analysen eine Formel auf, wobei Fe_2O_3 in Al_2O_3 und MgO und FeO in K_2O umgerechnet werden. Dann ergäbe sich:

$$KFeSi_2O_6 . H_2O .$$

Außerdem kann der Glaukonit noch mehr Wasser aufnehmen, welches aber kein Konstitutionswasser ist. Das organisch beigemengte Material wird für eine Humussäure gehalten.

Das Fehlen von Glaukonit in den Süßwasserseen, welches von L. W. Collet und G. W. Lee dem Fehlen der Humussäuren zugeschrieben wird, dürfte eher dem Fehlen von Kalisalzen zuzuschreiben sein.

An feuchter Luft nimmt Glaukonit Wasser in verschiedener Menge auf (bis 30%), je nach der Dampfspannung, was auf seine zeolithische oder kolloide Natur hinweist.

Verfasser dieses ist der Ansicht, daß es sich bei Glaukonit vielleicht um erstere handelt.

	45.	46.	47.	48.
δ	—	2,623	2,73	—
Na_2O . . .	3,00	2,29	0,11	0,63
K_2O	3,68	7,73	8,51	7,37
MgO . . .	4,03	3,71	3,44	5,00
CaO	1,95	1,52	—	2,97
FeO	1,28	4,18	3,06	3,09
Al_2O_3 . . .	9,29	9,86	7,11	11,22
Fe_2O_3 . . .	19,88	12,66	20,89	16,32
SiO_2	49,67	50,72	49,23	50,62
H_2O	7,88	7,46	6,71*)	5,25**)
	100,66	100,13	99,06	102,47

*) Davon bei 100° 1,83%. **) Glühverlust.

45. Aus den Kupsten und im Untergrunde der kurischen Nehrung; anal. A. Johnsen, Schriften der phys.-ökonom. Ges. Königsberg 1908, Heft 1, 51; Z. Kryst. **50**, 90 (1912).
46. Aus zoogenem Mergel von Bonarka bei Krakau; anal. Starzinsky bei J. Morozewicz, Kosmos, Lemberg **34**, 610 (1909); Z. Kryst. **50**, 661 (1912).

47. Vom Big Goose Cañon, 15 Miles südwestlich von Shonden, Boy Horn Mountains (Wyoming); anal. G. Steiger, Bull. geol. Surv. N. **419**, 296 (1910) bei F. W. Clarke.
48. Aus der Kreideformation, Dorf Stscherlakewka (Saratow); anal. N. Ermola, Mat. Geol. Rußl. **25**, 566 (1912) nach Mitteil. von P. Tschirwinsky.

Eine **Formel** für Glaukonit ist mit Ausnahme der von W. A. Caspari (vgl. S. 349) bisher nicht gegeben worden, handelt es sich doch wohl auch nicht um ein homogenes Mineral, sondern um ein Gemenge. Vielleicht liegt diesen Gemengen ein wohl definiertes Silicat zugrunde, das aber verunreinigt ist und dessen Isolierung nicht gelungen ist. Auch die Versuche K. Glinkas zeigen, daß bei den verschiedenen Analysen große Unterschiede im Eisenoxyd-, Eisenoxydul- und Tonerdegehalt vorhanden sind, welche nicht gestatten, eine definierte Verbindung anzunehmen. Wahrscheinlich ist, da Glaukonit ein Verwitterungsprodukt ist, daß es sich um verschiedene Stadien des Verwitterungsprozesses handelt.

Auch die Stellung des Glaukonits ist zweifelhaft; er wurde zum Serpentin gestellt, oder zum Chlorit, ebenso z. B. von P. Groth[1]) zu den Glimmern. Nach K. Glinka (siehe unten) ist er ein Verwitterungsprodukt von eisenhaltigen Augiten und Hornblenden.

Eigenschaften. Dichte 2,2—2,6. Härte gering, zirka 2—3. Farbe verschiedene grüne Nuancen, dunkelgrün bis gelblichgrün, aber auch schwarzgrün. Nach L. Cayeux ist er doppeltbrechend, zweiachsig, $2E = 30—40^{\circ}$, manchmal aber fast 0°.[2])

Schon bei mäßigem Erhitzen gibt Glaukonit im Kölbchen Wasser ab. Vor dem Lötrohre schwer schmelzbar (nach C. W. Gümbel Nr. 5 der Kobellschen Schmelzskala).

Verdünnte Salzsäure greift ihn langsam an, konz. Salzsäure zersetzt ihn vollkommen.

K. Glinka[3]) hat Versuche über die Löslichkeit des Glaukonits angestellt. Eine siedende Lösung von K_2CO_3 löst Tonerde, Kalkerde, Eisenoxyd, während Kali aufgenommen wird. Die Einwirkung ist bei 200° nicht stärker und hört ganz auf, wenn die ganze Kalkerde in Carbonat umgewandelt ist.

Nach M. W. Travers[4]) entwickelt Glaukonit beim Erhitzen CO_2 und H_2.

Synthese. Nachbildungsversuche sind in letzter Zeit versucht worden. L. W. Collet und G. W. Lee[5]) geben an, daß der Glaukonit durch Wirkung von Alkalisilicaten auf Schwefeleisen oder Eisensulfat entstehen kann, und daß diese Reaktion durch große Mengen organischer Stoffe gehemmt werden kann und durch einen Überschuß von Schwefelwasserstoff ganz verhindert wird.

W. A. Caspari[6]) hat Glaukonit dadurch erhalten, daß er Lösungen von Kaliumferritartrat und Kaliumsilicat mischte und die sich derart bildende grüne Gallerte unter Druck bei 180° erhitzte.

Genesis und Vorkommen. Namentlich die letztgenannten Arbeiten zeigen, wie sich Glaukonit bilden kann. Glaukonit scheint sich hauptsächlich als Tiefseeablagerung zu bilden. Nach L. W. Collet und G. W. Lee kommt er

---

[1]) P. Groth, Tabl. syst. Genève (1904).
[2]) L. Cayeux, Ann. soc. géol. du Nord **20**, 381 (1890) und A. Lacroix, C. R. **121**, 737 (1895); Bull. Soc. min. **18**, 426.
[3]) K. Glinka, l. c.
[4]) M. W. Travers, Proc. Roy. Soc. **64**, 130 (1898); Z. Kryst. **32**, 285 (1900).
[5]) L. W. Collet u. G. W. Lee, l. c.
[6]) W. A. Caspari, Proc. Roy. Soc. Edinburgh **30**, 348 (1909); Z. Kryst. **50**, 263 (1912).

als „terrigene" Ablagerung außerhalb der Hundertfaden (183 m) Tiefe, besonders in grünen Tonen, aber auch in blauen Tonen vor, welche ihre Farbe einem Gehalt an Schwefelwasserstoff verdanken. Glaukonit kann auf dreierlei Arten vorkommen: in Körnern, als Füllung von Schnecken und Foraminiferen, 3. als färbendes Material.

K. Glinka[1]) hat sich speziell mit der Bildung des Glaukonits beschäftigt. Er leitet die Entstehung, nicht wie andere, von den Glimmern, sondern von eisenhaltigen Augiten und Tonerden ab. Nach ihm sind Seladonit und Glaukonit eine Mineralspezies. Beide können nicht als unabhängige Bildungen auf dem Grunde des Meeres betrachtet werden.

K. Glinka[2]) betrachtet den Glaukonit nicht als Neubildung, sondern als drittes Produkt, welches aus Augiten und Hornblenden entstanden ist. Der Glaukonit in Tierkammern ist auf mechanischem Wege in diese geraten. In Kalkgesteinen ist seine Lagerung eine sekundäre. Vgl. auch ältere Arbeiten von v. Pourtalès.[3])

Umwandlung. Nach K. Glinka ist Glaukonit zur Bildung von eisenhaltigen Tonen bei der Verwitterung geneigt.

Nach G. Klemm[4]) wandelt sich Glaukonit bei der Zersetzung in Ferrit um.

Seladonit.

Synonym: Céladonite.

Dieses Mineral wird von manchen, z. B. von K. Glinka, für identisch mit Glaukonit gehalten.

Analysen.

Analysen ohne Trennung der Eisenoxyde.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na_2O	—	5,52 (Na₂O + K₂O)	0,62	—	2,51	3,32
K_2O	3,00		3,67	6,03	5,04	3,88
MgO	2,30	0,28	5,84	4,26	4,96	5,94
CaO	8,20	1,50	0,55	1,38	0,09	0,93
FeO	23,40	24,63	—	25,54	15,72	2,67
Al_2O_3	3,00	11,18	15,07	4,93	5,28	20,49
Fe_2O_3	—	—	19,54	—	—	—
SiO_2	41,00	45,87	46,44	52,04	60,09	56,52
H_2O	19,30 (H_2O + CO_2)	9,82	8,27	5,19	4,44	7,40
CO_2		—	—	—	—	—
	100,20	98,80	100,00	99,37	98,13	101,15

1. Schöne grüne plastische Masse von Kaaden (Böhmen), in Basalttuffen als Schollen; anal. K. v. Hauer, J. k. k. geol. R.A. **7**, 845 (1856).

2. Vom Fassatal, grüne Kristalle der Augitform, aus Augitporphyrtuffen; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **49**, 392 (1840).

3. Pseudomorphosen nach Augit von Bufaure (Fassatal); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **29**, 495 (1877).

---

[1]) K. Glinka, C. R. soc. natural. St. Petersburg 1895, Nr. 1; Z. Kryst. **28**, 526 (1897).

[2]) Derselbe, l. c. nach Referat Z. Kryst. **30**, 391 (1899) und N. JB. Min. etc. 1899, I, 29.

[3]) v. Pourtalès, Peterm. geogr. Mitt. 1870, 397.

[4]) G. Klemm, Z. Dtsch. geol. Ges. **34**, 787 (1882).

4. Aus Doleritmandelstein vom Berufjord (Island); anal. W. Sartorius v. Waltershausen, Vulk. Gest. Islands 302.
5. Aus Dolerit vom Eskifjord (Island); anal. wie oben.
6. Hellgrüne Pseudomorphosen nach Augit, mit Kalkspat auf der Kupferlagerstätte des Lake superior; anal. F. Pisani, C. R. **55**, 108 (1862).

Analysen mit Trennung der Eisenoxyde.

	7.	8.	9.	10.
δ	—	—	—	2,574
Na_2O	0,69	—	4,73	0,42
K_2O	3,14	—		5,55
MgO	6,66	24,29	1,82	3,84
CaO	—	2,26	9,16	0,60
MnO	0,80	—	—	0,08
FeO	11,83	14,87	16,79	3,73
Al_2O_3	16,61	11,34	11,05	0,33
Fe_2O_3	8,88	1,77	9,58	17,05
SiO_2	43,50	34,17	42,32	57,72
H_2O	7,15	12,52	4,55	10,78[1]
CO_2	—	1,60	—	—
	99,26	102,72	100,00	100,10

7. In Augit-Granatgestein, der Grünerde von Verona ähnlich, von Framont (Vogesen); anal. A. Delesse, Ann. mines **4**, 351 (1853).
8. Von Perimov (Böhmen) aus Melaphyrmandelstein; anal. K. v. John, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1874, 243.
9. Vom Fassatal, grüne Kristalle in Augitform; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **49**, 392 (1849).
10. Von Scuir Mor in Rum (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **29**, 102 (1879).

	11.	12.	13.
δ	2,590	2,598	2,630
Na_2O	0,39	0,64	—
K_2O	6,21	6,50	8,83
MgO	8,54	8,31	5,91
CaO	1,16	1,29	0,60
MnO	0,31	0,30	0,23
FeO	5,37	5,40	5,69
Al_2O_3	5,79	5,82	2,14
Fe_2O_3	9,75	9,71	14,07
SiO_2	52,69	52,54	56,41
H_2O	10,48	10,41	6,79
H_2O[2]) bei 100°	(5,05)	(3,88)	(1,36)
	100,69	100,92	100,87

11. Hellapfelgrün, von Tayport (Fifesh.) (Schottl.); anal. F. Heddle, wie oben Analyse 10.
12. Mit Kalkspat gemengt, von Wormitbay, westl. vom vorigen Fundort; anal. wie oben.
13. Dunkel apfelgrün, aus Basalt von Giants Causeway (Schottl.); anal. wie oben.

---

[1]) Davon bei 100° 5,99%.
[2]) Betrifft den bei 100° entweichenden Teil, in der Gesamtsumme inbegriffen.

	14.	15.	16.
Na_2O	0,62	1,12	0,82
K_2O	8,48	9,04	9,75
MgO	3,18	5,32	5,34
CaO	0,20	0,16	0,24
MnO	0,18	0,12	0,28
FeO	7,09	3,88	4,39
Al_2O_3	7,38	3,20	1,22
Fe_2O_3	13,12	16,85	19,16
SiO_2	54,80	55,80	54,84
TiO_2	0,22	0,24	0,10
H_2O	4,99	4,67	3,77
P_2O_5	0,10	0,07	—
Organ. Subst.	Spur	Spur	Spur
	100,36	100,47	99,91

14. Grünerde von Avio am Monte Baldo, dichte homogene Stücke; anal. A. Schwager bei C. W. Gümbel, Sitzber. Münchener Ak. **26**, 545 (1896); Z. Kryst. **30**, 518 (1899).
15. Material von den reinsten Stücken abgeschlämmt, von ebenda; anal. wie oben.
16. Stengelig-faserige Grünerde von ebenda; anal. wie oben.

	17.	18.	19.
Na_2O	1,92	—	3,82
K_2O	6,21	7,95	4,85
MgO	5,98	5,67	6,05
CaO	—	—	0,80
MnO	—	—	0,09
FeO	20,72	4,14	4,82
Al_2O_3	7,25	2,13	5,08
Fe_2O_3	—	20,46	14,77
SiO_2	51,25	53,23	54,30
TiO_2	—	—	Spur
Glühverlust	6,67	6,18	5,64
	100,00	99,76	100,22

17. bis 19. Sämtliche von Brentonico, Monte Baldo, von Veroneser Erde.
17. Anal. A. Delesse, Ann. Mines **14**, 74 (1848).
18. Anal. Georgio Levi, Riv. Min. e Crist. ital. **43**, (1914).
19. Anal. Raoult bei A. Lacroix, Bull. Soc. min. **39**, 94 (1916).
Siehe auch dort eine Analyse an unreinem Material an dem sog. Plasma von Madagaskar.

Eine ganz neue Analyse betrifft einen angeblich kristallisierten Seladonit aus kleinen Prismen, bestehend von blaß olivengrüner Farbe. Es ist aber auch möglich, daß eine Pseudomorphose vorliegt.

	20.
K_2O	7,40
MgO	5,76
FeO	5,30
Al_2O_3	7,56
Fe_2O_3	13,44
SiO_2	54,73
H_2O	6,40
	100,59

20. In der Nähe von Vail (Arizona); anal. G. A. König, Journ. Acad. nat. sc. Philadelphia **15**, 405 (1912); Z. Kryst. **55**, 409 (1916).

Aus dieser Analyse berechnet sich die Formel:

$$RO : R_2O_3 : SiO_2 : H_2O = 2 : 16 : 2{,}24$$

oder

$$(Fe, K_2, H_2, Mg)_3(Al, Fe)_2(SiO_3)_6 . 1{,}24\,H_2O.$$

Ein Teil des Wassers wird also als Konstitutionswasser angenommen.

Formel. Auch hier ist sonst kein Versuch, eine Formel aufzustellen, gemacht worden (siehe bei Glaukonit).

Eigenschaften. Dichte 2,57—2,595. Farbe apfelgrün, seladongrün bis schwärzlichgrün matt, im Strich etwas glänzend, undurchsichtig.

Nach A. Lacroix[1]) unterscheiden sich Seladonit und Glaukonit optisch dadurch, daß der erstere stärker pleochroitisch ist. Etwas fettig anzufühlen, wenig an der Zunge haftend.

Vor dem Lötrohre zu schwarzem, magnetischem Glase schmelzbar. Beim Kochen mit Salzsäure wird er zunächst etwas gelb, dann farblos, endlich zersetzt er sich unter Abscheidung von Kieselpulver, dabei verhalten sich aber verschiedene Vorkommen ungleich.

Viridit.

Analysen.

	1.	2.	3.
MgO	0,17	—	—
CaO	0,92	—	—
MnO	1,01	—	—
FeO	48,17	46,81	30,27
Al_2O_3	4,37	4,81	18,45
Fe_2O_3	10,34	9,24	9,41
SiO_2	22,62	24,89	24,45
S	0,43	—	—
P_2O_5	0,39	—	—
Glühverlust[2])	11,68	11,00	10,00
	100,10	96,75	92,58

1. Eisenerz aus dem Juliane-Prokoplager bei Sternberg-Gobitschau (Mähren); anal. Mikolosch bei Fr. Kretschmer, Die erzführenden Diabase usw., Archiv f. Lagerstättenforschung, Berlin 1917, Heft 24, 68.

Aus den obigen Analysen rechnet F. Kretschmer die theoretische Zusammensetzung:

SiO_2	24,39
FeO	63,99
H_2O	11,62
	100,00

Daraus ergab sich die Formel:

$$H_6Fe_4Si_2O_{11} = 4\,FeO . 2\,SiO_2 . 3\,H_2O.$$

[1]) A. Lacroix, C. R. **121**, 737 (1895); Bull. Soc. min. **18**, 426.
[2]) Aus Wasser und Kohlensäure bestehend.

Aus der Analyse berechnet sich nach Abzug der Carbonate die Formel:

$$H_6Fe_3Si_2O_{11}\ (Al, Fe)\ \text{oder}$$
$$3FeO.(Al, Fe)_2O_3.2SiO_2.2H_2O.$$

Al_2O_3, Fe_2O_3 ist durch den zum Viridit beigemengten Thuringit hervorgebracht. Die Analyse 3 entspricht einem Thuringit. Die anderen Analysen beziehen sich auf Gemenge von vorherrschendem Viridit mit Thuringit.

Weitere Untersuchungen müssen entscheiden, ob unter Viridit ein wirklich homogenes Material vorliegt, oder ob es sich um ein Gemenge handelt.

Der Viridit erliegt der Umwandlung in Brauneisen.

Mackensit.

Fr. Kretschmer hat ein zweites Eisensilicat aus derselben Gegend beschrieben, welches ich hier bringe, obgleich es nach der Zusammensetzung eher zum Nontronit gehören dürfte (vgl. Bd. II, Abt. 2, S. 149).

Analysen.

MgO	Spur	—	—
CaO	1,29	1,28	1,16
MnO	0,38	0,38	Spur
FeO	2,58	3,52	4,46
Al_2O_3	5,96	7,99	9,99
Fe_2O_3	54,11	49,37	44,64
SiO_2	22,28	25,64	29,00
Glühverlust[1]	12,71	11,53	10,35
P_2O_5	0,69	0,42	0,16
	100,00	100,13	99,76

Stufige Erzkonkretionen des Neulagers im Südwestfelde des Levinstollens bei Gobitschau (Mähren); anal. Sieg. Vogel bei F. Kretschmer, wie oben bei Viridit.

Der Analytiker berechnet aus der Analyse die Formel:

$$H_4(Al, Fe)_2SiO_7.$$

Er berechnet daraus, daß Mackensit die Formel haben soll:

$$Fe_2O_3.SiO_2.2H_2O.$$

Er ist der Ansicht, daß die Analysen sich auf Gemenge von vorwaltendem Mackensit mit Thuringit beziehen.

Mangan- und Eisenoxydulgranate.

Von **C. Doelter** (Wien).

Wir haben in Bd. II diejenigen Granate behandelt, welche als zweibasische Metalle Calcium und Magnesium vorherrschend enthalten. Es verbleibt uns jedoch, diejenigen Granate zu behandeln, welche in der Granatformel $\overset{II}{R}_3\overset{III}{R}_2Si_3O_{12}$ wesentlich $Fe_3R_2Si_3O_{12}$ oder $Mn_3R_2Si_3O_{12}$ sind. Hierher gehören Spessartin (Mangangranat) und Almandin, welche das Eisenoxydul-Aluminiumsilicat oder das Eisenoxydul-Ferrisilicat vorherrschend enthalten. Demach bringe ich hier die Spessartine und Almandine.

[1] Glühverlust aus Wasser und Kohlensäure bestehend. Summe der zweiten Analyse im Original unrichtig.

Spessartin (Mangangranat).

Regulär.

Analysenanordnung. — Die Spessartine unterscheiden sich untereinander durch das Verhältnis des Manganoxyduls zum Manganoxyd, dann auch durch das Verhältnis des Aluminiumsesquioxyds zum Eisenoxyd. Letzteres ist mit wenig Ausnahmen gegenüber der Tonerde untergeordnet, und nur wenige weisen ein Vorherrschen des Eisenoxyds auf.

Die getroffene Einteilung ist also die nach steigendem Eisenoxydulgehalt, beginnend mit den ganz eisenoxydulfreien, bei welchen aber wahrscheinlich doch etwas Eisenoxydul vorhanden ist, bis zu jenen, welche einen beträchtlichen Eisenoxydulgehalt, welcher den Manganoxydulgehalt überschreitet, zeigen. Letztere sind also Eisen-Mangangranate. Die wenigen Analysen, welche einen sehr hohen Gehalt an Eisensesquioxyd gegenüber dem Aluminiumsesquioxyd enthalten, wurden zum Schlusse gebracht.

Analysen ohne Eisenoxydulbestimmung.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	4,3	4,01	—	Spur	—
MgO	2,45	—	0,43	—	—
CaO	3,75	5,87	3,07	—	—
MnO	30,54	34,25	30,06	33,87	33,87
FeO	—	—	10,66	—	9,17
Al_2O_3	11,05	18,40	19,20	20,00	20,00
Fe_2O_3	5,05	2,70	—	12,72	2,55
Mn_2O_3	8,02	—	—	—	—
SiO_2	37,21	38,50	36,30	34,65	34,65
H_2O	—	—	0,31[1])	—	—
	98,07	99,72	100,03	101,24	100,24

1. Aus dem Pfitschtal Wildkreuzjoch (Tirol); anal. M. Websky nach C. Hintze, Min. II, 70.
2. Manganepidot u. Braunit von St. Marcel (Piemont); anal. F. Pisani, C. R. 83, 167.
3. In Feldspat und Glimmer eingewachsen von der Villeneuvegrube Ottawa Co., Prov. Quebec (Canada); anal. B. J. Harrington, Canad. Rec. of. Science, Okt. 1890; Z. Kryst. 22, 310 (1894).
4. Vom Silberberg bei Bodenmais, Bau Gottesgabe Tiefstes; anal. E. Weinschenk, Z. Kryst. 25, 360 (1896).
5. Berechnete Zusammensetzung.

	6.	7.	8.	9.
δ	—	4,15—4,2	—	—
MgO	0,69	5,40	0,94	—
CaO	8,48	4,97	5,72	0,51
MnO	31,77	38,83	25,83	30,60
FeO	—	—	8,82	14,32
Al_2O_3	18,08	8,05	21,31	17,48
Fe_2O_3	4,60	8,38	—	—
SiO_2	35,93	34,71	37,12	36,30
Glühverlust	0,39[2])	—	—	—
	100,11	100,34	99,74	99,21

[1]) Glühverlust.
[2]) 0,17% Alkalien. Glühverlust 0,61%.

6. Von Llano Co., Texas, derb mit Quarz, Magnetit und Manganoxyd; anal. W. H. Melville, Bull. geol. Surv. U.S. **90**, 38 (1892); Z. Kryst. **24**, 623 (1895); Berichtigung **26**, 677 (1896).

7. Von Chargaon, Distr. Nagpur (Indien); anal. Th. R. Blyth bei L. L. Fermor, in den Manganlagerstätten Indiens, Mem. geol. surv. of India **37**, 1 (1909); Z. Kryst. **50**, 272 (1912).

8. Aus Kalkstein von Bagarjak (Ural); anal. P. Nikolajew bei A. Karpinsky, Bull. Acad. St. Petersburg **31**, 489 (1887); Z. Kryst. **15**, 559 (1889).

9. Von Miasc (Ural); anal. Lissenko bei N. v. Kokscharow, Mat. Min. Rußl. **3**, 230.

	10.	11.	12.	13.	14.
δ	4,275	—	—	—	—
MgO	—	0,22	0,20	—	0,47
CaO	—	0,58	—	—	1,49
MnO	30,96	32,18	27,36	41,80	44,20
FeO	14,93	11,10	17,04	8,15	—
Al_2O_3	18,06	19,76	19,72	16,69	12,63
Fe_2O_3	—	—	—	—	4,57
SiO_2	35,83	36,16	34,96	32,83	36,34
	99,78	100,00	99,28	100,08*)	99,70

10. Von Haddam (Connect.); anal. Seybert, Am. Journ. **6**, 155 (1823).

11. Von ebenda; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **85**, 290.

12. Von ebenda; anal. J. W. Mallet bei C. F. Rammelsberg, Chem. Min. Suppl. **5**, 124 (1853).

13. Aus Riesengranit von Amelia Court House (Amelia Cy); anal. Seamon bei J. W. Mallet, Ch. N. **44**, 199 (1881). *) Außerdem 0,61% Glühverlust.

14. Von ebenda; anal. C. M. Breadbury bei F. B. Dunnington, Ch. N. **50**, 301 (1884).

	15.	16.
CaO	4,43	—
FeO	—	15,44
MnO	17,79	27,90
Al_2O_3	20,91	14,30
Fe_2O_3	21,26	—
SiO_2	36,03	39,00
SnO_2	—	1,00
	100,42	97,64

15. Von Vester-Silvberget in Dalarne (Schweden), aus granulitischem Gneis; anal. M. Weibull, Geol. För. Förh. **6**, 400; Z. Kryst. **3**, 647.

16. Von Brodbo, bei Fahlun (Schweden); anal. d'Orsson, Schweiggers Journ. **3**, 346.

Ein ganz auffallend an Eisen armer Spessartin, welchen wir daher als an Eisenoxydul ärmsten bezeichnen können und welcher demnach nahezu die reine Mangansilicatverbindung des Granats darstellt, ist das Vorkommen von Tsilaisina auf Madagaskar:

	17.
δ	4,0586
MgO	1,46
CaO	1,23
MnO	39,94
Al_2O_3	21,06
Fe_2O_3	1,78
SiO_2	35,76
TiO_2	0,10

17. Aus dem Pegmatit von Tsilaisina (Madagaskar); anal. L. Duparc, R. Ch. Sabot und M. Wunder, Bull. Soc. min. **37**, 19 (1914).[1])

Analysen mit wenig FeO.

	18.	19.	20.
MgO	—	Spur	—
CaO	0,94	—	2,00
MnO	38,70	37,89	34,00
FeO	1,75	4,49	6,37
Al_2O_3	20,41	20,08	18,90
Fe_2O_3	2,75	1,98	2,03
SiO_2	35,35	36,24	37,50
H_2O	0,27	—	—
	100,17	100,68	100,80

18. Von Amelia Court House, Virginia, kristallinisch, blaßbraun; anal. F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **60** u. **419**, 270 (1910).
19. Aus Wetzschiefer von Salm-Chateau; anal. L. de Koninck, Ac. R. Belgique **33**, Nr. 4 (1872).
20. Von Pfitsch (Tirol); anal. F. v. Kobell, Bayr. Ak. **2**, 292 (1868).

	21.	22.
δ	4,38	—
MgO	0,24	0,15
CaO	2,27	2,10
MnO	20,86	33,16
FeO	10,90	6,78
Al_2O_3	21,46	20,40
Fe_2O_3	6,48	2,06
SiO_2	36,60	35,12
H_2O	0,28	—
	99,09	99,77

21. Von Miasc, Ilmengeb. (Ural); anal. Th. Tschernytschoff, Russ. min. Ges. **17**, 268 (1882).
22. Von der Takowaja (Ural); anal. R. Ch. Sabot, Thèse Genève 1914, 106.

Analysen mit 11—17% FeO.

	23.	24.	25.	26.
δ	4,07	—	—	4,1577
MgO	—	—	—	0,15
CaO	—	1,12	1,71	0,83
MnO	27,40	11,43	27,14	25,24
FeO	13,32	14,94	13,48	15,02
Al_2O_3	18,50	15,80	19,58	20,39
Fe_2O_3	1,53	21,08	2,14	1,26
SiO_2	38,70	35,69	36,88	36,31
H_2O	—	0,06	—	—
	99,45	100,09	100,93	99,20

[1]) Spur von FeO.

23. Aus Granit von Aschaffenburg; anal. F. v. Kobell, Sitzber. Bayr. Ak. **2**, 292 (1868). Siehe auch die Analyse Nr. 5.
24. Mit Turmalin und Zirkon aus Granit südlich von Struay Bridge; anal. F. Heddle, Min. Mag. **2**, 85 (1878).
25. Aus Granit von Aschaffenburg; anal. E. Schröder bei E. Weinschenk, Z. Kryst. **23**, 163 (1897).
26. Aus Pegmatit von Ambatofotskely (Madagaskar); anal. M. Wunder bei R. Ch. Sabot, Thèse Genève 1914, 106.

	27.	28.	29.	30.	31.
δ	4,23	—	—	—	4,188
Na_2O	0,21	—	—	—	—
K_2O	0,27	—	—	—	—
MgO	—	0,68	1,13	1,36	1,73
CaO	1,15	10,03	1,39	3,98	1,65
MnO	29,48	14,72	16,41	16,16	22,83
FeO	14,25	15,53	15,43	16,49	16,31
Al_2O_3	18,55	20,45	23,32	15,64	19,70
Fe_2O_3	0,32	3,21	5,71	7,70	1,89
SiO_2	35,66	37,58	35,21	37,60	37,57
H_2O	0,44	—	0,14	0,65	—
	100,33	102,20	98,74	100,83[1]	101,68

27. Aus Rhyolith von Nathrop (Colorado) mit Topas; anal. L. G. Eakins bei Ch. Whitman Cross, Am. Journ. **31**, 432 (1886). Auffallend wenig Eisenoxyd.
28. Ourt bei Bastogne, aus metamorphosiertem Quarzit; anal. C. Klement, Tsch. min. Mit. **3**, 18.
29. Scheich Dzeli (Chiwa), aus beryllführendem Granit; anal. P. D. Nikolajeff Russ. min. Ges. **17**, 268 (1882).
30. Von Röstöl bei Arendal (Norw.), aus Pegmatitgang; anal. F. Helland, Pogg. Ann. **145**, 480 (1872).
31. Von der Czuba Gongkona, aus Pegmatit; anal. W. Parlica, Abh. Krakauer Ak. **54** (1915).

Analysen mit über 17% FeO.

	32.	33.	34.	35.
δ	4,47	4,27	—	—
MgO	0,47	1,77	0,85	—
CaO	0,40	0,90	0,77	5,40
MnO	15,24	13,61	14,46	1,10
FeO	23,27	21,56	18,83	12,50
Al_2O_3	16,22	18,96	21,24	17,10
Fe_2O_3	8,64	7,03	7,38	18,50
SiO_2	35,99	36,08	36,85	4,20
H_2O	0,25	0,32	—	40,60
	100,48	100,23	99,93	99,40

32. u. 33. Von Glen Skiagh, aus Granitgang im Gneis; anal. F. Heddle, Min. Mag. **2**, 85 (1878).
34. Von Ben Resipol, braunrote Kristalle; anal. wie oben.
35. Mündung des Flusses Stachin (Nord Columbia), tief columbinrote Kristalle; anal. F. v. Kobell, Journ. prakt. Chem. 1868, 197.

[1] Außerdem 1,25% Cr_2O_3.

	36.	37.
δ	4,1016	—
MgO	(0,34?)	0,34
CaO	(0,48?)	0,48
MnO	17,02	17,04
FeO	29,26[1]	23,40
Al_2O_3	18,06	18,03
Fe_2O_3	—	3,20
SiO_2	37,82	37,80
	102,98	100,29

36. u. 37. Von der Insel Caprera (Italien); anal. M. Fasolo bei D. Lovisato, Atti. R. Acc. d. Linc. 1896, I sem. 56; Z. Kryst. **30**, 199 (1899).

Bei der ersten Analyse wurden die Oxyde des Eisens nicht getrennt und der Analytiker zieht daher von der Summe den Sauerstoffgehalt von 2,60 % ab.

Spandit und Grandit.

So wurden Spessartine bezeichnet, die L. L. Fermor untersuchte und von welchen der erstere einen Übergang von Spessartin zu Andradit, der zweite einen solchen von Agrossular zu Andradit und Spessartin bezeichnet.

Die erste Varietät hat wenig Berechtigung, da unter den vorhandenen Spessartinen ähnliche vorkommen. Siehe Analyse Nr. 7. Dagegen erscheint die zweite Varietät eher berechtigt, da sie wirklich einen Übergang darstellt.

	38.
δ	4,02
MgO	2,04
CaO	15,20
MnO	16,37
BaO	0,18
Al_2O_3	6,48
Fe_2O_3	23,90
SiO_2	35,24
	99,41

38. Von der Garbham-Mangangrube (Indien), ebenda; anal. J. C. Brown bei L. L. Fermor, Mem. geol. surv. India **37**, 1 (1899); Z. Kryst. **50**, 273 (1912).

Formel.

C. F. Rammelsberg hat einige Analysen berechnet.

Fundort	Analytiker	$\overset{II}{R}$: $\overset{III}{R}$: Si : Ca, Mg : Fe, Mn
Pfitsch	F. v. Kobell	2,6 : 0,95 : 3 : 1 : 4,5
Nagy Maros	K. Hidegh	2,8 : 1 : 3 : 1 : 3,5
Glen Skiagh	F. Heddle	2,8 : 0,9 : 3 : 1 : 3
Ourt	C. Klement	3 : 1 : 3 : 1 : 1 : 1
Arendal	F. Helland	2,7 : 1 : 3 : 1 : 2 : 2
Vester-Silfberg	M. Weibull	3,1 : 1 : 3 : 1 : 4 : 3
St. Marcel	F. Pisani	2,8 : 0,9 : 3 : 1 : 4,7

[1]) FeO + Fe_2O_3.

Daraus berechnet sich die Formel:

$$(Ca, Fe, Mn)_3\overset{III}{R}_2Si_4O_{12}.$$

H. E. Boeke[1]) hat für die Granate im allgemeinen aus einer Anzahl von Analysen die Dreiecksprojektion konstruiert, wobei an den Ecken des gleichseitigen Dreiecks FeO, MgO und MnO als Ausgangspunkte figurieren.

In einem zweiten Diagramm wurde das Verhältnis von Al_2O_3 und Fe_2O_3 auf der Abszisse eingetragen, während die Ordinate CaO und die zusammengezogenen Mengen von MgO, MnO und FeO aufweist.

Daraus folgt, daß zwischen Mangangranat (Spessartin) und Almandin (Eisenaluminiumgranat) eine lückenlose Reihe von Mischkristallen existiert. Ferner kommt er zu dem Schlusse, daß zwischen Spessartin und Pyrop eine ausgedehnte Mischungslücke vorhanden ist. Die Mischbarkeit von Pyrop zu Almandin-Spessartin scheint größer zu sein, als die von Spessartin zu Almandin-Pyrop. Im Pyrop, Almandin und Spessartin kann Al_2O_3 bis etwa 45 % (berechnet auf $Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 100$), durch Eisenoxyd isomorph ersetzt werden. In diesen Granaten verringert die Zunahme von Fe_2O_3 die Aufnahmefähigkeit für Calciumoxyd.

Kalkgranat kann Almandin, Spessartin und Pyrop in ungefähr gleichem Grade aufnehmen, dagegen hat Spessartin eine geringere Lösungsfähigkeit für Grossularsubstanz als Pyrop und Almandin. Mithin nimmt Mangangranat keine Sonderstellung in der unterbrochenen Reihe der Tongranate als vermittelndes Glied zwischen Kalkgranat und MnO-Granat ein, wie von anderer Seite behauptet wurde.

Eigenschaften.

Dichte 3,77—4,27 (siehe die Analysen). Die Zunahme von Al_2O_3 gegen Fe_2O_3 drückt den Wert hinunter, ebenso die Zunahme von CaO.

Härte 7 und höher.

Farbe gelb, rötlich, auch rotbraun.

Vor dem Lötrohr ziemlich leicht schmelzbar, wobei sich eine schwarze, nicht magnetische Kugel bildet.

Mit Borax oder Phosphorsalz Manganreaktion. Mit Soda Grünfärbung.

Nach dem Glühen in Salzsäure leicht zersetzbar.

Verhalten bei Temperaturerhöhung: Wir sahen früher (vgl. bei Grossular und Andradit), daß die Granate beim Umschmelzen sich zersetzen; bei Grossular wird namentlich Anorthit und Wollastonit gebildet, da die reine Verbindung Ca_2SiO_4 unstabil ist.

Bei der Umschmelzung von Mangangranat bildet sich namentlich Tephroit und Rhodonit, auch Glas und etwas Anorthit.

R. Sabot[2]) hat an den von ihm analysierten Kristallen optische Untersuchungen ausgeführt:

Spessartin von der Tokowaja.

$N = 1,7981$ (Li-Licht),
$N = 1,8038$ (Na-Licht),
$N = 1,8078$ (Tl-Licht),
$N_{Tl} - N_{Li} = 0,0097$; $N_{Tl} - N_{Na} = 0,0040$; $N_{Na} - N_{Li} = 0,0057$.

[1]) H. E. Boeke, Z. Kryst. **53**, 149 (1914).
[2]) R. Ch. Sabot, Thèse Genève 1914, 104.

Tsilaisina.

N = 1,7989 (Li-Licht),
N = 1,7998 (Na-Licht),
N = 1,8046 (Tl-Licht),
$N_{Tl} - N_{Li} = 0,0057$; $N_{Tl} - N_{Na} = 0,0048$; $N_{Na} - N_{Li} = 0,0009$.

Ambatofotskely.

N = 1,9099 (Li-Licht),
N = 1,8142 (Na-Licht),
N = 1,8172,
$N_{Tl} - N_{Li} = 0,0084$; $N_{Tl} - N_{Na} = 0,0030$; $N_{Na} - N_{Li} = 0,0054$.

Ambatofotskely (mit Quarz). Hier fehlt die Analyse.

N = 1,8090 (Li-Licht),
N = 1,9145 (Na-Licht),
N = 1,8195 (Tl-Licht),
$N_{Tl} - N_{Li} = 0,0105$; $N_{Tl} - N_{Na} = 0,0050$; $N_{Na} - N_{Li} = 0,0055$.

Synthese.

A. Gorgeu[1]) schmolz Ton mit dem 15—20 fachen Gewicht von Manganchlorür in einer Wasserdampfatmosphäre bei Rotglut.

Er erhielt neben Manganortho- und Manganmetasilicat Spessartin in Form von Ikositetraedern, hellgelb, einfach brechend, durchsichtig.

Die Analyse ergab:

	Gefunden	Berechnet nach der Formel $(2MnO.SiO_2)\ 2Al_2O_3.3SiO_2$
Magnesia und Kalk	Spur	—
Manganoxydul . .	42,70	42,95
Tonerde	21,25	20,75
Kieselsäure . . .	36,10	36,30
	100,05	100,00

Ich[2]) habe ein Gemenge von Al_2O_3 mit $3SiO_2$ in einem Überschusse von Manganchlorür im Fourquignon-Ofen geschmolzen und erhielt dabei sehr schöne Kristalle von Tephroit, Rhodonit und Mangangranat in Ikositetraedern. Letztere waren aber viel kleiner als die Tephroite, welche eine Länge von 5 mm erreichten. Eine feuchte Atmosphäre ist dabei nicht unbedingt notwendig.

L. Bourgeois glaubte durch Schmelzung der chemischen Mischung des Spessartins neben Hausmannit das Mineral selbst dargestellt zu haben. Meiner Ansicht nach ist dies aber nicht wahrscheinlich, da das Produkt in Säuren löslich war; vielleicht wurde ein Mangan-Leucit $MnAlSi_2O_6$ erzeugt.

Vorkommen und Genesis.

Der Spessartin kommt vorzugsweise in granitischen Gesteinen vor; ferner in Pegmatit, dann auch, wie in den Ardennen, in metamorphen Schiefern.

Die Entstehung erklärt sich durch die erwähnte Synthese. Aus einem trocknen Schmelzfluß kann er sich wegen zu hoher Temperatur nicht ausscheiden, wohl aber aus einem Silicatschmelzfluß mit Mineralisatoren, wie dies

[1]) A. Gorgeu, Bull. Soc. min. 6, 281 (1883).
[2]) C. Doelter u. E. Hussak, N. JB. Min. etc. 1884, I, 169.

namentlich im Pegmatit und auch im Granit anzunehmen ist. In den metamorphen Schiefern bildete er sich mit Glimmer, wohl durch Einwirkung von Dämpfen.

Partschin.

Zu den Mangan- und Eisengranaten gehört auch der Partschin, eine wahrscheinlich heteromorphe Substanz.

Monoklin. $a:b:c = 2,533:2:1,634$ (nach F. Fötterle).

Analysen.

CaO	1,82	2,77	—	
MnO	29,11	29,34	28,77	
FeO	14,38	13,86	—	
Al_2O_3	19,03	18,95	34,12	($Al_2O_3 + Fe_2O_3$)
SiO_2	35,28	34,89	36,72	
H_2O	0,38	—	—	

Sämtliche aus goldführenden Diluvialsanden, welche Rutil und Zirkon enthalten, von Ohlapian (Siebenbürgen); anal. C. v. Hauer bei W. Haidinger, Sitzber. Wiener Ak. **12**, 480.

Eisen-Aluminiumgranat (Almandin).

Synonym: Yttergranat zum Teil.

Regulär.

Analysenzusammenstellung.

Eine Anordnung der Analysen ist deshalb hier schwieriger, weil sehr viele Analysen keine Trennung der Oxydationsstufen des Eisens zeigen. Man könnte auch den Kalkgehalt als Einteilungsprinzip verwenden, oder auch den Magnesiumgehalt, jedoch sind die Schwankungen keine sehr großen. Es bleibt daher nichts übrig, als zuerst die Analysen ohne Trennung von Eisenoxydul vom Eisenoxyd anzuführen und bei den übrigen vollständigen Analysen nach dem steigenden Eisenoxydulgehalt anzuordnen. Den Mangangehalt kann man aus denselben Gründen, wie bei dem Gehalte an Calcium und Magnesium nicht benutzen, obgleich manche Analysen sich dadurch auszeichnen, daß sie fast kein Mangan aufweisen.

Analysen ohne Trennung von Eisenoxyd und Oxydul.

	1.	2.	3.	4.
δ	—	—	—	4,2–4,3
MgO	4,78	6,05	3,98	3,95
CaO	13,48	13,54	8,94	—
MnO	0,98	0,91	0,87	6,43
FeO	14,63	14,60	17,59	32,05
Al_2O_3	23,13	23,04	24,01	21,00
SiO_2	43,37	43,16	43,14	38,76
	100,37	101,30	98,53	102,19

1. Aus Eklogit von Eppenreuth bei Hof (Bayern); anal. A. v. Gerichten, Ann. Chem. u. Pharm. **171**, 191.
2. Aus Eklogit von Silberbach bei Hof; anal. wie oben.
3. Aus Eklogit vom weißen Stein bei Stambach (Bayern); anal. wie oben.
4. Von Albenreuth bei Waldsassen (Bayern), Kolombinrot; anal. Besnard, Zool.-miner. Ver. Regensburg **3**, 30 (1849).

	5.	6.	7.	8.	9.
MgO . . .	4,98	2,51	—	2,03	—
CaO . . .	0,50	0,89	—	0,90	—
MnO . . .	0,99	1,29	1,80	3,19	5,04
FeO	35,27	36,02	39,68	37,65	38,07
Al_2O_3 . . .	20,17	20,01	19,66	19,36	19,85
SiO_2 . . .	40,19	37,52	39,66	37,16	35,77
	102,10	98,24	100,80	100,29	98,73

5. Von Åbo (Schweden); anal. Moberg, Journ. prakt. Chem. **43**, 122.
6. Aus Glimmerschiefer von Oravicza (Banat); anal. Th. Kjerulf, Nyt. Mag. Naturvid. **8**, 173.
7. Edler Granat, sog. syrischer Granat, Geschiebe, von Ceylon; anal. M. Klaproth, Beitr. Mineralkörper [3] **2**, 26 (1798).
8. Von Brena (Södermanland); anal. Trolle Wachtmeister, Öfversigt 1844, Nr. 5, 93.
9. Schwarze Körner, Wicklow (Irland); anal. J. W. Mallet bei C. F. Rammelsberg, Handw. 5. Supplement 124.

	10.	11.	12.	13.	14.
MgO . .	2,22	3,24	—	3,69	2,88
CaO . .	0,94	0,65	—	2,63	4,00
MnO . .	—	—	1,80	7,51	—
FeO . . .	—	—	39,68	24,82	—
Al_2O_3 . .	17,40	16,50	19,66	20,27	16,20
Fe_2O_3 . .	38,65	38,28	—	—	40,13
SiO_2 . . .	39,03	39,51	39,66	39,42	36,73
	98,24	98,18	100,80	98,34	99,94

10. Hochrot von Kidila, Kirchspiel Impilax (Finnl.); anal. Jansson bei F. J. Wiik, Finska Vet. Soc. Förh. 1880, 22.
11. Aus Granit, von ebenda; anal. Fattenborg bei F. J. Wiik wie oben.
12. Aus den Gruben von Fahlun (Schweden); anal. Hisinger, Abh. i. Fys. **4**, 387.
13. Aus Kupferkiesgrube von Garpenberg (Schweden); anal. W. Wachtmeister, Öfversigt 1844, Nr. 5, 93.
14. Von Orijärvi, Kirchspiel Kislo; anal. Ungern bei F. J. Wiik wie oben. Analyse Nr. 11.

	15.	16.	17.	18.
δ	4,011	—	—	—
MgO	4,74	9,93	3,69	4,32
CaO	7,78	3,51	2,63	4,98
MnO	5,54	0,46	7,51	2,38
FeO	21,26	24,85	24,82	25,18
Al_2O_3	22,18	20,60	20,27	21,00
SiO_2	38,15	39,85	39,42	42,00
H_2O	0,31	—	—	—
	99,96	99,20	98,34	99,86

15. Aus Glaukophanglimmerschiefer bei der Balade Mine (Neu Caledonien); anal. A. Liversidge, R. Soc. N. S. Wales 1880, Sept.
16. Aus Grönland; anal. A. Karsten, Archiv Min. **4**, 389.
17. Aus Glimmerschiefer der Kupfer- und Schwefelkieslager von Garpenberg (Schweden); anal. W. Wachtmeister, Ofversigt 1844, Nr. 5, 93.
18. Von Halland; anal. W. Trolle-Wachtmeister, Ver. Ak. Handl. Stockholm 1823, 120.

	19.	20.	21.	22.	23.
δ	—	—	4,010	3,98	4,173
MgO . . .	8,08	6,04	7,78	7,29	3,58
CaO	1,83	1,50	0,35	6,73	1,88
MnO . . .	1,85	2,88	1,14	0,82	3,14
FeO . . .	26,66	28,81	29,68	24,37	28,12
Al_2O_3 . . .	20,77	20,10	24,58	21,89	25,97
SiO_2	40,15	41,00	36,98	39,24	36,43
	99,34	100,33	100,51	100,34	99,12

19. Pyropähnlich aus einer Magneteisengrube vom Greenes Creek, Delaware Co.; anal. F. Kurlbaum, Am. Journ. **19**, 20.
20. Aus Granulit von Las Sedas, Hochland Mitzeca alta (Mexico); anal. H. Lenk, Z. Kryst. **33**, 655 (1900).
21. Von Hallandsas (Schweden); anal. W. Trolle-Wachtmeister, wie Anal. 8.
22. Aus Pegmatit von Val Dombastone (Veltlin); anal. W. Schimpff bei G. Linck, Z. f. Naturw. **33**, 345 (1899); Z. Kryst. **35**, 319 (1902).
23. Aus Granatgneis von der Sierra de Cimaltepee (Mexico); anal. H. Lenk, wie oben.

	24.	25.	26.	27.
MgO	—	3,61	4,46	2,00
CaO	—	1,44	1,53	3,28
MnO	6,69	1,12	—	0,85
FeO	33,93	33,83	34,83	34,05
Al_2O_3	19,95	22,70	21,13	19,30
SiO_2	40,60	37,61	37,80	39,62
	101,17	100,31	99,75	99,10

24. Von Engsö (Schweden); anal. W. Trolle-Wachtmeister, Vet. Ak. Handl. Stockholm 1823, 120.
25. Von Salida Chaffee Co. (Colorado), große Dodekaeder bis 4 kg schwer; anal. S. L. Penfield, Am. Journ. **32**, 307 (1886).
26. Grafschaft Dulin, am Killiney (Irland); anal. J. W. Mallet nach C. F. Rammelsberg, Handw. der Min.-Chem. Suppl. **5**, 124.
27. Aus Chloritschiefer des Zillertals; anal. A. Karsten, Arch. Min. **4**, 389.

Analysen mit Trennung der beiden Eisenoxyde.

	28.	29.	30.	31.	32.	33.
MgO . . .	8,36	2,31	0,93	—	8,22	3,70
CaO . . .	10,51	7,11	5,93	5,76	3,05	2,38
MnO . . .	0,90	4,46	1,86	0,80	—	4,80
FeO . . .	12,40	26,54	26,79	27,28	28,49	29,47
Al_2O_3 . . .	16,15	21,54	22,38	21,08	21,08	19,18
Fe_2O_3 . . .	11,50	2,82	4,01	6,00	2,01	4,92
SiO_2 . . .	41,45	35,00	37,67	39,12	37,40	35,92
H_2O . . .	—	0,14	—	—	—	—
	101,27	99,92	99,57	100,04	100,25	100,37

28. Von Schorgast, Bayern; anal. A. v. Gerichten, wie Analyse 1.
29. Aus Gneis der Leiter Mussel, Südspitze von Ben Hope (Sutherland); anal. F. Heddle, Min. Mag. **5**, 71 (1882).
30. Von Nagy Maros a. d. Donau, Honter Komitat (Ungarn); anal. K. Hidegh, Mag. tud. Akad. **17**, 97.
31. Aus Chloritschieferlager im Gneis, Zillertal (Tirol); anal. F. v. Kobell, Schweigg. Journ. **64**, 283.
32. Von Wittichen (Schwarzwald); anal. C. Hebenstreit, Inaug.-Diss. Würzburg, 1877.
33. Aus der Magneteisengrube von Shimmersvill, Lehigh Co. (Penns.); anal. E. F. Smith, Am. Journ. [2] **5**, 272 (1883).

	34.	35.	36.	37.	38.
δ	4,109	3,668	4,116	—	—
MgO . . .	2,25	3,46	2,93	—	1,81
CaO	1,31	4,12	2,17	—	5,89
MnO . . .	0,85	4,47	1,21	1,47	2,37
FeO	32,06	32,31	32,41	32,70	32,97
Al_2O_3 . . .	21,55	13,66	14,90	20,61	14,80
Fe_2O_3 . . .	4,10	3,66	10,12	5,00	4,56
SiO_2 . . .	38,32	37,59	37,11	40,56	37,66
H_2O . . .	—	0,32	—	—	—
	100,44	99,59	100,85	100,34	100,06

34. Aus erratischem Block von Wellen bei Bremen: anal. O. Lang; Ber. Ges. d. Wissenschaften Göttingen 1878, 164.

35. Aus Glimmerschiefer von Killiecrankie; anal. F. Heddle, Min. Mag. **2**, 133 (1878).

36. Aus glimmerreichem dioritischen Gestein von Knock Hill in Banffshire; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 299 (1878).

37. Wahrscheinlich von Oravicza (Banat); anal. F. v. Kobell, Schweigg. Journ. **64**, 283 (1832).

38. Dunkelrotbraun aus Glimmerschiefer von Meall Luaidh (Pertshire, Schottl.); anal. F. Heddle, wie oben. Analyse Nr. 32.

	39.	40.	41.
MgO . . .	2,30	1,20	1,06
CaO	3,19	2,42	2,59
MnO . . .	1,86	1,29	1,18
FeO . . .	32,62	35,45	35,45
Al_2O_3 . . .	21,84	19,39	19,47
Fe_2O_3 . . .	0,98	3,37	3,21
SiO_2	37,30	37,34	37,16
TiO_2 . . .	0,24	—	—
	100,53	100,46	100,12

39. Almandin von Hawkes Quarry, Goshen (Massachusets); anal. G. Steiger bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 409 (1910).

40. Almandin von Ceylon; anal. M. Seebach, Inaug.-Diss. Heidelberg 1906; Z. Kryst. **46**, 314 (1909). — Nach dem Schmelzen in Salzsäure unter Hinterlassung eines Rückstandes von 28% löslich.

41. Von ebenda; anal. wie oben.

	42.	43.	44.
δ	—	4,197	—
MgO	6,29	—	10,15
CaO	1,38	0,76	0,36
MnO	2,46	8,92	0,30
FeO	30,23	31,52	31,30
Al_2O_3	21,49	20,65	18,08
Fe_2O_3	—	2,64	—
SiO_2	38,32	35,83	37,15
	100,17	100,32	97,34

42. Derb, rot von Yonkers (N. York); anal. Taylor, Am. Journ. [2] **19**, 20.

43. Von Schreiberhau, aus Granitgang an den Kochelwiesen; anal. M. Websky, Z. Dtsch. geol. Ges. **20**, 257 (1868).

44. Aus goldhaltigem Sand von Ohlapian (Siebenbürgen); anal. A. Karsten, Arch. Min. **4**, 3891.

	45.	46.	47.	48.
δ	—	4,025	—	3,991
Na_2O	—	—	0,19	—
MgO	2,80	2,73	0,79	5,1
CaO	5,11	4,95	0,72	—
MnO	1,40	1,31	4,60	1,5
FeO	31,58	31,58	29,10	31,9
Al_2O_3	19,56	19,70	25,46	21,1
Fe_2O_3	2,13	2,19	0,10	2,4
SiO_2	38,11	38,03	39,70	37,7
	100,69	100,49	100,66	99,7

45. u. 46. Beide von Jeypoor (Indien); anal. M. Seebach, Inaug.-Diss. Heidelberg 1905; Z. Kryst. **46**, 314 (1909).

47. Aus Muscovitschiefer vom Flusse Angaru (Sibirien); anal. A. Meister nach Z. Kryst. **53**, 598 (1914).

48. Von Hole Cañon Yukon; anal. R. A. A. Johnston, Rep. geol. surv. Canada 1915, 257; Z. Kryst. **54**, 79 (1915).

	49.	50.	51.
δ	—	4,148	4,10
MgO	—	3,496	3,55
CaO	—	1,567	1,52
MnO	Spur	3,791 [1])	1,69
FeO	27,756	37,150	32,26
Al_2O_3	21,795	17,872	17,56
Fe_2O_3	2,168	0,611	6,90
SiO_2	38,704	36,975	35,37
H_2O	—	—	0,58
		101,888	

	52.	53.	54.	55.	56.	57.
δ	4,084	4,158	3,926	—	3,907	—
Na_2O	—	—	0,31	—	—	0,34
K_2O	—	—	0,30	—	—	0,05
MgO	4,80	1,23	6,95	7,47	6,94	4,28
CaO	2,28	1,60	0,71	0,76	6,09	5,86
MnO	6,85	4,89	0,73	0,83	0,65	1,56
NiO	—	—	0,01	—	0,05	—
FeO	26,77	33,32	26,66	23,74	23,01	28,67
Al_2O_3	20,86	20,91	21,21	21,86	20,23	20,32
Cr_2O_3	—	—	0,06	—	0,03	—
Fe_2O_3	0,66	1,16	2,21	—	2,94	1,79
SiO_2	37,55	37,13	40,25	41,50	39,73	37,20
TiO_2	0,45	0,48	0,89	0,56	0,19	—
H_2O über 125°	0,27	0,18	0,37	0,76	0,70	—
Feuchtigkeit	0,11	0,07	0,07	—	0,23	—
	100,60	100,98 [2])	100,73	97,48	100,79 [3])	100,07

[1]) Der Analytiker glaubt, daß das Mangan als Mn_2O_3 = 4,217 vorhanden ist, nicht MnO.

[2]) Dazu 0,01% V_2O_3.

[3]) Spur von V_2O_3, Spur von CoO.

49. Almandin aus dem „Hawkesbury"-Sandstein bei Sydney (N. S. Wales); anal. H. G. Smith, Journ. Roy. Soc. N. S. Wales **28**, 39 (1894); Z. Kryst. **28**, 217 (1897).
50. Granatsand von der Insel Olehon im Baikalsee; anal. In. Bagaschoff, Bull. soc. imp. natur. Moscou **16**, 318 (1902); Z. Kryst. **39**, 618 (1903).
51. Aus Pegmatit von Brandten bei Bodenmais (Bayern), rotbraun; anal. J. Thiel, Inaug.-Diss. Erlangen 1891; Z. Kryst. **23**, 295 (1894).

Die Analysen 52 bis 56 aus Beitrag zur Kenntnis der Granaten in vulkanischen Gesteinen und Auswürflingen des Niederrheins; anal. J. Uhlig, Verh. d. naturw. Ver. d. pr. Rheinlande u. Westfalens **67**, 307 (1910).
52. Lichtbläulichroter Granat aus Muscovitschiefer vom Dachsbusch, Laacher See, l. c. 360.
53. Aus Sanadinit vom Laacher See, l. c. 364.
54. Aus cordieritreichem Granatgestein vom Laacher See, l. c. 366.
55. Aus Sanadinit vom Laacher See, l. c. 368.
56. Vom Hannebacher Kessel, l. c. 377. Im Original Summe 100,84.
57. Von Szokolhyahuta; anal. B. Munzitz, Földt-Közl **40**, 581 (1910).

Die folgende Analyse verdanke ich einer Mitteilung von Prof. P. Tschirwinski.

	58.
MgO	5,40
CaO	1,04
FeO	32,86
Al_2O_3	19,40
Fe_2O_3	4,26
SiO_2	36,35
	99,31

58. Aus kaolinisiertem Granit bei Berditschew (Wolhynien); anal. K. D. Glinka, Tr. soc. natur. St. Petersburg **34**, 123.

Formel.

J. Uhlig berechnet seine neuesten Analysen und findet, unter Zusammenziehung von TiO_2 zu SiO_2, von Fe_2O_3 zu Al_2O_3, sowie der alkalischen Erden die Verhältnisse $RO : R_2O_3 : RO_2$ für Analyse Nr. 52 3,01 : 1 : 3,02, für Analyse Nr. 53 2,93 : 1 : 2,79. Da dieses Verhältnis nicht gut mit der Granatformel stimmt, so ist es nach J. Uhlig zweckmäßig, das gesamte Eisen als Oxydul anzunehmen; dann wird das Verhältnis

$$3,03 : 1 : 2,96 .$$

Es würde sich unter der Annahme, daß der Granat durch Hitze sich verändert hat, wodurch das Oxydul zum Teil zu Oxyd umgewandelt wurde, die Formel ergeben:

$$Fe_{78,9}Mn_{11,1}Mg_{5,0}Al_{4,7} .$$

Für die weitere Analyse ergibt sich das Verhältnis

$$3,06 : 1 : 2,59 .$$

Dies stimmt wieder wenig mit der Granatformel, ließe sich wohl durch die Glaseinschlüsse und Feldspatverunreinigungen erklären. Die Analyse Nr. 55 stimmt ebenfalls nicht, was J. Uhlig durch dieselben Verunreinigungen erklärt.

Bei der letzten Analyse ergibt sich das Verhältnis

$$3,04 : 1 : 2,82 .$$

Auch bei dieser Analyse dürfte eine Oxydation des Eisenoxyduls die Ursache der Abweichung von der Granatformel sein. J. Uhlig nimmt an,

daß von dem angegebenen Wert für Fe_2O_3 = 1,25 abzuziehen, dagegen zu dem Wert von FeO = 1,13 zuzuschlagen sind, das ergibt dann eine Formel, welche der des Granats gut entspricht.

C. F. Rammelsberg[1]) hat folgende Analysen berechnet:

Fundort	Analytiker	$R : R_2 : Si$	Mg, Ca : Fe, Mn	
Ohlapian	A. Karsten	3,1 : 1 : 3	1 : 1,3	
Kidila (Finnl.)	Janssen	2,5 : 0,8 : 3	1 : 6,5	
Kidila (Finnl.)	R. v. Faltenborg	2,4 : 0,8 : 3	1 : 5	
Abö	Moberg	2,6 : 0,9 : 3	1 : 3,8	
Salida	S. L. Penfield	2,6 : 1 : 3	1 : 3,8	
Killiney	W. Mallet	3 : 1 : 3	1 : 3,6	
Hallandsas	W. Trolle-Wachtmeister	2,7 : 0,9 : 3	1 : 2,5	
Greenes Creek	F. Kurlbaum	2,7 : 0,9 : 3	1 : 1,5	
Grönland	A. Karsten	2,9 : 1 : 3	1 : 1	
Oravicza	Th. Kjerulf	2,9 : 0,9 : 3	1 : 6,6	
Röstöl (Arendal)	F. Helland	2,7 : 1 : 3	1 : 2 : 2	Mg, Ca : Fe : Mn
Garpenberg	W. Trolle-Wachtmeister	2,7 : 0,9 : 3	1,3 : 3,3 : 1	
Waldsassen	Besnard	2,9 : 0,9 : 3	1 : 4,5 : 1	
Brena	W. Trolle-Wachtmeister	3 : 1 : 3	1,5 : 11 : 1	
N.-Caledonien	A. Liversidge	3 : 1 : 3	5 : 12 : 1	
Alaska	Kuntze	2,5 : 0,9 : 3	1 : 1,6	
Fluß Stachin	F. Kobell	2,8 : 0,9 : 3	1 : 2,5	

Die Formel ist $R_3R_2Si_3O_{12}$ oder

$$(Fe, Mg)_3(Fe, Al)_2(SiO_4)_3 .$$

P. Groth[2]) gibt die Konstitutionsformel:

$$\overset{III}{R_2}\begin{cases}(SiO_4)=\overset{II}{R}\\(SiO_4)=\overset{II}{R}\\(SiO_4)=\overset{II}{R}\end{cases}.$$

Eigenschaften.

Sehr unvollkommene Spaltbarkeit nach (110). Härte 7—7½. Dichte 4,1—4,3. Glasglanz, Farbe blut- und kolombinrot, braunrot, selten schwarz. Durchsichtig bis durchscheinend. Brechung hoch. A. des Cloizeaux[3]) bestimmte am indischen Almandin den Brechungsquotienten mit 1,7716, H. Reusch[4]) fand für den Almandin vom Zillertal 1,7670.

E. A. Wülfing[5]) fand:

Almandin von Wittichen: 1,8022 (Li-Licht); 1,8078 (Na-Licht); 1,8125 (Tl-Licht);
Almandin vom Orient: 1,8052 „ 1,8109 „ 1,8159 „ .

Für Almandin vom Nufenenpaß fand C. Schmidt[6]) 1,7958 (Li-Licht); 1,8017 (Na-Licht); 1,8062 (Tl-Licht).

---

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg. **2**, 217 (1895).
[2]) P. Groth, Tabl. systém. Genève 1905, 127.
[3]) A. des Cloizeaux, Nouv. Recherches, Inst. France **18**, 518 (1867).
[4]) H. Reusch, nach H. Rosenbusch, Mikr. Physiographien **1**, 260 (1885).
[5]) E. A. Wülfing, Mikr. Physiogr. 1905, 18.
[6]) C. Schmidt, Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, **14**, 46.

A. Brun[1]) untersuchte die indischen Almandine, welche als Edelsteine verwendet werden, auf ihr Absorptionsspektrum. Für die Brechungskoeffizienten fand er:

Li-Licht	1,787	1,795
Na-Licht	1,791	1,800
Tl-Licht	—	1,805
Äußerstes Blau . .	—	1,821

M. Seebach[2]) fand für Almandin von Ceylon, sowie von Jeypoor (Indien), welche er analysierte (vgl. S. 366, 367), folgende Brechungskoeffizienten:

Li-Licht . 1,7725—1,7722—1,7883 und 1,7764—1,7762,
Na-Licht . 1,7780—1,7778—1,7936 und 1,7816—1,7816—1,7814,
Tl-Licht . 1,7866—1,7858.

Beim Schmelzen erhielt M. Seebach Veränderungen des spezifischen Gewichtes und zwar bei dem Ceyloner Almandin eine Veränderung von 4,04 zu 3,09, bei dem zweiten von 4,025 zu 3,240.

C. Doelter und E. Hussak[3]) haben Versuche über Einwirkung von geschmolzenen Magmen auf Almandin ausgeführt und gefunden, daß Almandin sich in ein divergentstrahliges Faseraggregat umwandelt, welches große Ähnlichkeit mit dem A. Schraufschen Kelyphit besitzt.

Schmelzpunkte von Granat lassen sich nicht genau bestimmen, weil sich Almandin vor dem Schmelzen umwandelt und namentlich das Eisen oxydiert wird.

Umwandlung der Eisen- und Mangangranate.

Umwandlungen in Eisenoxydhydrat[4]) werden angegeben, z. B. von Neudeck (Egerer Kreis, Böhmen), ebenso von Framont. Ferner werden chloritartige Mineralien als Umwandlungsprodukte angeführt. Spessartin von Stengerts bei Aschaffenburg ist nach R. Blum[5]) in braunen Glimmer umgewandelt.

F. Helland[6]) analysierte einen Eisengranat (1) von Röstöll und sein Umwandlungsprodukt (2):

	1.	2.
Na_2O	—	1,88
K_2O	—	9,63
MgO	1,36	0,93
CaO	3,98	1,00
MnO	16,49	Spur
FeO	16,16	—
Al_2O_3	15,64	30,88
Fe_2O_3	7,70	4,69
Cr_2O_3	1,25	1,25
SiO_2	37,60	48,29
Glühverlust . . .	0,65	1,96
	100,83	100,51

[1]) A. Brun, Arch. sc. phys. et nat. Genève **28**, 410 (1892); Z. Kryst. **24**, 621 (1895).
[2]) M. Seebach, Inaug.-Diss Heidelberg 1896; Z. Kryst. **46**, 314 (1909).
[3]) C. Doelter u. E. Hussak, N. JB. Min. etc. **1**, 18 (1884).
[4]) Siehe J. Roth, l. c. 353 ff.
[5]) R. Blum, Pseud. 136.
[6]) F. Helland, Pogg. Ann. **145**, 482 (1872).

Bei der Umwandlung sind Kali, Natron und Wasser zugeführt, dagegen Mangan, Eisen und Kalk weggeführt worden.

Umwandlung eines rotbraunen Eisengranats von Klemetsaune (Norwegen) in eine weißliche Substanz beobachtete W. Trolle-Wachtmeister[1]). Die Analyse Nr. 3 bezieht sich auf das unveränderte Mineral:

	3.
CaO	5,77
MnO	1,74
FeO	23,54
Al_2O_3	18,03
SiO_2	52,11
	101,19

Eine Umwandlung in Manganit aus wahrscheinlich Mangangranat wird vom Olfers bei Rosinho de Engenho (Brasilien) erwähnt. Siehe über Umwandlung J. Roth, Allgem. u. chem. Miner. Berlin **1**, 353 (1878).

C. W. Paijkull[2]) beschrieb eine Umwandlung von wahrscheinlich Eisengranat in Epichlorit.

Staurolith.

Synonyma: Pierre de croix, Staurotide, Lapis crucifer, Basler Taufstein, Schorl cruciforme, Granatit, Grenatite.

Varietäten: Nordmarkit, Xantholith, Zinkstaurolith, Chiastolith.

Kristallform rhombisch, holoedrisch.

$a:b:c = 0{,}47234:1:0{,}680386$ (A. Des Cloizeaux).

$a:b:c = 0{,}4734 : 1 : 0{,}6820$ (Fr. Hörner).[3])

Analysen.

Staurolith ist ein wenig reines und auch nicht leicht von Verunreinigungen zu trennendes Mineral.

Namentlich enthält er oft viel mechanisch beigemengten Quarz, wodurch der Kieselsäuregehalt sehr hoch erscheint. Alte Analysen von C. F. Rammelsberg weisen einen hohen Kieselsäuregehalt auf, welcher durch Einschlüsse hervorgebracht ist. Solche Analysen sind unbrauchbar. Bereits C. Hintze führt diese Analysen nicht mehr an und auch hier sind diese weggelassen worden. Siehe darüber C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **113**, 509; ebenso Jacobson, ebenda **68**, 414.

Was die Anordnung der Analysen anbelangt, so wurden zuerst die weniger brauchbaren Analysen ohne Trennung der Eisenoxyde und dann solche, bei welchen diese Trennung durchgeführt ist, gebracht. Eine besondere Trennung der nicht sehr zahlreichen Analysen erscheint nicht notwendig. Nur die Varietäten des Mangan-Strauroliths und des Zinkhaltigen wurden gesondert.

[1]) W. Trolle-Wachtmeister, ebenda 7, 27 (1824).
[2]) C. W. Paijkull, N. JB. Min. etc. 1867, 391.
[3]) Fr. Hörner, Inaug.-Diss. Heidelberg 1915, 15.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ . . .	3,465—3,493	3,737	—	—	—
MgO . . .	2,01	2,16	1,33	1,85	1,28
CaO. . . .	0,75	0,13	—	—	—
MnO . . .	—	—	1,19	—	—
FeO. . . .	10,09	—	—	—	—
Al_2O_3 . . .	54,06	46,80	48,68	54,72	52,01
Mn_3O_4 . . .	—	—	—	—	—
Fe_2O_3 . . .	—	18,08	15,37	15,69	17,58
SiO_2. . . .	30,42	30,31	30,91	29,72	29,13
H_2O . . .	1,67	—	—	—	—
	99,00	97,48	97,48	101,98	100,00

1. Im Gneis und Pegmatit von St. Radegund am Abhang des Schöckelberges (Steiermark); anal. R. Maly, Sitzber. Wiener Ak. **57**, 646 (1856).
2—5. Alle vier vom Monte Campione bei Faido (Gotthard), aus Paragonitschiefer; anal. Jacobson, Pogg. Ann. **62**, 419 (1844).

	6.	7.	8.	9.
δ	3,744 (6. u. 7.)		—	—
MgO	2,29	2,81	2,73	2,07
FeO	13,42	13,86	14,66	14,18
Al_2O_3. . . .	52,29	52,59	51,16	50,03
SiO_2	29,46	30,24	30,23	31,76
TiO_2	0,56	—	0,29	1,00
H_2O	1,42	1,60	1,26	0,96
	99,44	101,10	100,33	100,00

6. u. 7. Beide vom Monte Campione (St. Gotthard); anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **25**, 55 (1874).
8. Aus der Umgebung von Quimper (Morbihan, Bretagne) aus Glimmerschiefer; anal. C. F. Rammelsberg, wie oben.
9. Von ebenda; anal. wie oben.

Analysen mit Trennung beider Eisenoxyde.

	10.	11.	12.	13.	14.
δ	—	3,74	—	3,71 (13. u. 14.)	
MgO . . .	2,42	3,12	2,80	2,97	3,25
MnO . . .	—	0,96	—	—	—
FeO. . . .	14,12	11,50	9,91	9,96	12,03
Al_2O_3 . . .	52,15	48,53	54,26	54,42	48,26
Fe_2O_3 . . .	1,59	4,25	4,58	4,90	5,31
SiO_2 . . .	28,19	29,60	27,95	27,90	29,81
H_2O	1,59	0,76	—	—	0,86
	100,06	98,72	99,50	100,15	99,52

10. Von Petersdorf (Mähren), mit Granat u. Disthen aus Glimmerschiefer; anal. W. Friedl, Z. Kryst. **10**, 372 (1885).
11. Vom Monte Campione (St. Gotthard); anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **113**, 599 (1861).
12. Von ebenda; anal. W. Wislicenus, Journ. prakt. Chem. **93**, 260.
13. Von ebenda; anal. wie oben.
14. Von ebenda; anal. A. v. Lasaulx, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. R.A. 1872, 178.

	15.	16.	17.	18.	19.
MgO	2,56	2,53	2,54	—	1,31
FeO	—	13,84	—	9,13	15,51
Al_2O_3	52,18	52,23	52,10	54,20	50,49
Fe_2O_3	1,70	1,67	1,73	6,83	2,73
SiO_2	28,11	28,26	28,09	27,38	29,25
H_2O	—	1,63	—	1,43	0,51
		100,16		98,97	99,80

15—17. Vom Monte Campione (St. Gotthard); anal. W. Friedl, Z. Kryst. **10**, 370 (1885).

18. Von ebenda; anal. Coloriano, Bull. soc. chim. **44**, 427 (1885); Z. Kryst. **13**, 420 (1888). Das Eisenoxydul ist in den Analysen, wahrscheinlich durch Waschen, weggelassen worden.

Verf. ist der Ansicht, daß das Eisenoxyd aus Eisenoxydul, welches allein im ursprünglichen Material enthalten war, entstanden sei.

19. Aus Goldsand vom Ural; anal. A. Arzruni bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1895, II. Erg. 267.

	20.	21.	22.
MgO	4,41	3,28	2,24
CaO	3,67	—	—
MnO	0,53	—	1,28
FeO	6,90	7,80	13,32
Al_2O_3	45,92	52,92	49,19
Fe_2O_3	8,64	6,87	3,20
SiO_2	27,12	27,91	28,86
H_2O	2,88	1,59	0,43
F	0,09	—	—
	100,16	100,37	98,52

20. „Xantholith" gelb, aus einem aus Hornblende und Biotit bestehenden Gestein von Milleton in Glen Urquhart (Schottl.); anal. F. Heddle, Min. Mag. **5**, 57 (1879).

21. Culsagee-Mine bei Franklin (Macon Cy., N. Carolina); anal. F. Genth, Amer. phil. soc. 19. Sept. 1873.

22. Braune und schwarzbraune Kristalle mit Glimmer vorkommend, von Chesterfield (Massachusets); anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **113**, 599 (1861).

	23.	24.	25.	26.
δ	3,748	3,728	3,775	3,773
MgO	1,81	1,85	1,92	2,66
MnO	0,53	0,59	—	0,34
FeO	11,21	10,60	12,48	9,72
Al_2O_3	53,29	54,46	54,09	53,22
Fe_2O_3	2,83	2,83	2,76	4,82
SiO_2	27,73	27,84	27,81	27,70
H_2O	2,19	2,24	1,70	1,97
	99,59	100,41	100,76	100,43

23. Monte Campione, St. Gotthard; anal. S. L. Penfield u. J. H. Pratt, Z. Kryst. **23**, 68 (1894). Mittel aus zwei Analysen.

24. Aus Glimmerschiefer von Windham (Maine); anal. wie oben. Mittel aus drei Analysen.

25. Aus Staurolith-Glimmerschiefer, nördlich von Pearl Lake (Mink Pound) bei Lisbon (N. Hampshire); anal. wie oben.

26. In Begleitung von Magneteisen, Menaccanit u. Korund, Burnsville (N. Carolina); anal. wie oben. Mittel aus vier Analysen.

	27.	28.	29.	30.
FeO	15,07	14,43	15,72	14,74
Al_2O_3	55,04	55,75	55,16	55,83
SiO_2	27,70	27,60	27,44	27,47
H_2O	2,19	2,22	1,68	1,96
	100,00	100,00	100,00	100,00

27. bis 30. Dieselben Analysen unter Berechnung von Fe_2O_3 auf Al_2O_3 und von MgO und MnO auf FeO, auf 100 berechnet.

	31.	32.	33.	34.	35.
MgO	2,08	1,78	2,09	1,78	1,43
MnO	—	Spur	—	—	1,42
FeO	13,39	12,69	13,44	12,68	9,09
Al_2O_3	51,90	53,37	52,11	53,32	52,39
Fe_2O_3	1,80	2,33	1,81	2,33	6,60
SiO_2	28,08	27,68	28,19	27,66	28,25
TiO_2	0,73	0,77	0,73	0,77	—
H_2O bis 110°	0,11	0,13	—	—	—
H_2O über 110°	1,62	1,46	1,63	1,46	CaO 1,84
	99,71	100,21	100,00	100,00	101,02

31. Staurolith vom Pizzo forno (St. Gotthard); anal. Fr. Hörner, Inaug.-Diss. Heidelberg 1915, 31.

32. Von Aschaffenburg; anal. wie oben.

Fr. Hörner berechnet aus den auf 100 berechneten Analysen Nr. 33 u. Nr. 34 folgende Atomverhältnisse:

33. Nr. 35 Si : Al : Fe : H = 1 : 2,19 : 0,50 : 0,38.

34. Nr. 36 Si : Al : Fe : H = 1 : 2,29 : 0,47 : 0,34.

35. Aus dem Krndijagebirge (Kroatien); anal. Fr. Tučan, ZB. Min. etc. 1912, 578—586.

Daraus ergibt sich die Formel:

$$H_2O . 4FeO . 9Al_2O_3 . 8SiO_2 .$$

Sie ähnelt der von W. Friedl aufgestellten Formel.

Manganstaurolith.

	36.
δ	3,54
Mn_3O_4	11,61
Fe_2O_3	13,73
Al_2O_3	35,18
SiO_2	36,05
H_2O	2,51
	99,08

36. Aus dem körnigen Dolomit der Gneisformation, braunrot von Filipstad in Wermland (Schweden); anal. G. Paijkull, N. JB. Min. etc. 1867, 509.

Zinkstaurolith.

	37.
MgO	3,22
ZnO	7,13
Al_2O_3	49,21
Mn_3O_4	0,15
Fe_2O_3	9,51
SiO_2	28,82
TiO_2	0,84
H_2O	1,47
	100,35

37. Von Kanton Ceorgia; anal. F. Genth, Am. Journ. **33**, 198 (1862).

Formel.

C. F. Rammelsberg[1]) berechnete ältere Analysen:

Fundort	Analytiker	$H:\overset{II}{R}$	$R:R_2$	$R_2:Si$
Monte Campione	C. F. Rammelsberg	1:1,1	1:2,5	1,05:1
" "	W. Wislicenus		1:2,7	1,2 :1
" "	A. v. Lasaulx	1:2,6	1:2	1 :1
" "	W. Friedl	1:1,4	1:2	1,1 :1
" "	S. L. Penfield	1:1	1:2,6	1,1 :1
Radegund	R. Maly	1:1	1:2,6	1 :1
Morbihan	C. F. Rammelsberg	1:1,9	1:1,9	1 :1
Petersdorf	W. Friedl	1:1,4	1:2	1,1 :1
Ural	A. Arzruni	1:4,3	1:2,1	1,06:1
Massachusets	C. F. Rammelsberg	1:5	1:2	1 :1
Culsageegrube	F. Genth	1:1	1:3	1,2 :1
Windham	S. L. Penfield	1:0,8	1:2,7	1,18:1
Lisbon	S. L. Penfield	1:1,16	1:2,48	1,17:1
Burnsville	S. L. Penfield	1:0,9	1:2,7	1,2 :1
Kantongrube	F. Genth	1:1,9	1:3,2	1,1 :1

Nach Ausscheidung der vier Analysen 14, 8, 9 und 22 ergibt sich, so ist R:R 1:2 in den Analysen 14, 8, 9 und 22, 1:2,5 in den Analysen: 6, 12, 23, 1, 24, 25 und 26, 1:3 in den Analysen: 21 und 36.

C. F. Rammelsberg stellt drei Reihen auf:

$$\begin{array}{lll} H_8SiO_6 & H_8SiO_6 & H_8SiO_6 \\ 2R_4SiO_6 & 2R_4SiO_6 & 2R_4SiO_6 \\ 4\overset{III}{R}_8Si_3O_{18} & 5\overset{III}{R}_8Si_3O_{18} & 6\overset{III}{R}_8Si_3O_{18}. \end{array}$$

Die Staurolithe vom Monte Campione ergeben bezüglich des Verhältnisses R:R verschiedene Werte, C. F. Rammelsberg bemerkt, daß vielleicht die Vorkommen von verschiedenen Fundorten stammen.

Für den Xantholith von Loch Ness, welchen F. Heddle analysierte ergibt sich:

$$H:\overset{II}{R}:\overset{III}{R}:Si = 1,1:1:3,6:1,7.$$

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1895, II, Erg. 267.

S. L. Penfield und J. H. Pratt haben ihre Analysen berechnet und erhielten folgende Zahlen:

Fundort	$SiO : Al_2O_3 : FeO : H_2O$
St. Gotthard	2,12 : 2,50 : 0,967 : 0,560
Windham	2,11 : 2,50 : 0,915 : 0,557
Lisbon	2,11 : 2,50 : 1,01 : 0,430
Burnsville	2,07 : 2,50 : 0,934 : 0,497

Aus diesen Zahlen ergibt sich die Formel:

$$HAl_5FeSi_2O_{13}$$

oder

$$(AlO)_4Al(FeOH)(SiO_4)_2.$$

P. Groth schreibt diese Formel:

$$(SiO_4)_2(Al.OH)(AlO_4)Fe.$$

Die Penfieldsche Formel ist die am meisten gebräuchlichste.

W. Friedl kam zu der Formel:

$$(Fe, Mg)_6Al_6(AlO)_{18}(OH)_4(SiO_4)_{11} = H_4(Mg, Fe)_6(Al, Fe)_{24}Si_{11}O_{66}.$$

Eigenschaften.

Deutliche Spaltbarkeit nach (010), undeutlich nach (110). Härte 7 und darüber. Dichte 3,4—3,8, siehe auch die einzelnen Analysen. Bruch muschelig bis uneben, manchmal splitterig. Glasglanz, auch Fettglanz, am stärksten auf der Spaltungsfläche. Nur wenig durchscheinend, meist undurchsichtig. Farbe rötlich- bis schwärzlichbraun, Strich farblos. In Schliffen deutlich pleochroitisch.

Brechungsquotienten: An dem Vorkommen vom Gotthard wurden bestimmt[1]):

$$N_\alpha = 1{,}736; \quad N_\beta = 1{,}741; \quad N_\gamma = 1{,}746$$

$N_\beta = 1{,}7526$ (rotes Licht) (W. Miller),[2])

$N_\beta = 1{,}749$ (rotes Licht) (A. Des Cloizeaux),[3])

$$N_\gamma - N_\alpha = 0{,}010; \quad N_\gamma - N_\beta = 0{,}003.$$

Doppelbrechung negativ.

A. Des Cloizeaux[4]) fand für $2V = 88'46^0$. Durch Temperaturerhöhung wird der Achsenwinkel merklich verkleinert.

Fr. Hörner[5]) hat die optischen Konstanten der Staurolithe vom Gotthard, Petersdorf und Aschaffenburg genau untersucht. Eine genaue Reproduktion dieser Daten ist hier wegen Raummangels nicht möglich, es mögen aber die Grenzdaten angeführt werden.

Staurolith vom St. Gotthard.

$$\left.\begin{array}{l} N_\alpha = 1{,}7344—1{,}7551 \\ N_\beta = 1{,}7399—1{,}7613 \\ N_\gamma = 1{,}7455—1{,}7685 \end{array}\right\} \text{Achsenwinkel } 2V = 89^0\,45'—86^0\,3'.$$

[1]) A. Michel-Lévy u. A. Lacroix, Minér. d. roches, Paris 1888, 284.
[2]) W. Miller, Phillips Min. 1852, 283.
[3]) A. Des Cloizeaux, Man. Minér., Paris 1862, 183.
[4]) A. Des Cloizeaux, Nouv. recherches, Inst. 18, 604 (1867).
[5]) Fr. Hörner, Inaug.-Diss. Heidelberg 1915, 27.

Staurolith von Petersdorf.

N_α = 1,7386—1,7599
N_β = 1,7442—1,7660 } Achsenwinkel 87° 50′—85° 11′.
N_γ = 1,7033—1,7733

Staurolith von Aschaffenburg.

N_α = 1,7416 - 1,7640
N_β = 1,7478—1,7623 } Achsenwinkel 82° 2′—78° 5′.
N_γ = 1,7561—1,7675

Die Dichten der drei Staurolithe vom St. Gotthard, von Petersdorf und von Aschaffenburg hat Fr. Hörner vermittelst der schweren Flüssigkeiten von E. Clerici[1]) bestimmt und fand

1. 3,753 ± 0,015. 2. 3,778 ± 0,037. 3. 3,759 ± 0,069.

Vor dem Lötrohre unschmelzbar, oder höchstens sinternd. Eine Ausnahme bildet der manganreiche Staurolith von Nordmarken, welcher leicht zu schwarzem magnetischen Glase schmilzt. R. Cusack[2]) fand den Schmelzpunkt zu 1115°. Siehe auch G. Spezia.[3])

Von Schwefelsäure wird er nur unvollständig zersetzt.

Umwandlung.

Staurolith wandelt sich nach R. Blum[4]) in Speckstein um. Rand[5]) führt eine Pseudomorphose in Serpentin an. A. Pichler[6]) führt von Hall in Tirol eine Umwandlung in silberweißen Glimmer an. Nach H. Rosenbusch[7]) enthält Staurolith, welcher reich an Quarzeinschlüssen ist, chloritische oder glimmerartige Zersetzungsprodukte. Ch. R. van Hise[8]) führt Umwandlung in Talkchlorit, Damourit, Aphrosiderit und Muscovit an.

Die Umwandlung in Talk vollzieht sich nach folgender Formel:

$$2HFeAl_5Si_2O_{13} + 3MgCO_3 + 15H_2O + O = H_2Mg_3Si_4O_{12} + Fe_2O_3 + 10Al(OH)_3 + 3CO_2 + k.$$

K = 44,02%.

Für die Umwandlung in Chlorit gilt die Formel:

$$2HFeAl_5Si_2O_{13} + 10H_2O + 6MgCO_3 = 2H_8Mg_3FeAl_4Si_2O_{18} + 2Al(OH)_3 + 6CO_2 + k.$$

Die Volumvermehrung des Chlorits und Gibbsits ist im Vergleiche zu Staurolith 103,58%.

Bei der Umwandlung in Muscovit hat man die Formel:

$$3HFeAl_5Si_2O_{13} + K_2CO_3 + 14H_2O + O = 2H_2KAl_3Si_3O_{12} + Fe_3O_4 + 9Al(OH)_3 + CO_2 + k.$$

Die Volumverminderung des Muscovits im Vergleiche zu Staurolith ist 24,96%.

[1]) E. Clerici, R. Acc. d. Linc. 1907, 187.
[2]) R. Cusack, Z. Kryst. **31**, 284 (1899).
[3]) G. Spezia, Atti Accad. Torino 1887, 22; Z. Kryst. **13**, 564 (1888).
[4]) R. Blum, Pseudom. 135.
[5]) Rand, Proc. Acad. nat. sc. Philadelphia 1871, 303; Am. Journ. [3] **4**, 71 (1872).
[6]) A. Pichler, N. JB. Min. etc. 1871, 55.
[7]) H. Rosenbusch, Mikrosk. Physiogr. 251.
[8]) Ch. R. van Hise, Metamorphisme 328.

Künstliche Umwandlung.

J. Lemberg[1]) hat Staurolith vom Zillertal, welcher durch HF vom Quarz befreit war, durch 586 Stunden bei 200° mit einer Lösung von 12%igem Natriumsilicat behandelt, wobei nur 21% unverändert blieben. Die Hauptmasse war in ein wasser- und natronhaltiges Silicat umgewandelt. Zum Teil bestand das Umwandlungsprodukt aus Analcim, welcher in gut ausgebildeten Ikositetraedern auskristallisiert war.

Na_2O	10,35
MgO	0,84
Al_2O_3, Fe_2O_3	35,91
SiO_2	47,11
H_2O	5,79
	100,00

Axinit.

Von **C. Doelter** (Wien).

Synonyma: Yanolith, Glasschörl, Afterschörl, Thumerstein, Glasstein, Schorl lenticulaire transparent, Schorl viollet, Pierre viollete.

Kristallform: Triklin pinakoidal.

$a:b:c = 0{,}4927:1:0{,}4511$; $\alpha = 82^\circ 54'$; $\beta = 88^\circ 9'$; $\gamma = 131^\circ 22'$ (nach P. Groth).

Analysen.

Eine Einteilung der Analysen nach chemischen Merkmalen ist nicht möglich. Es wurden daher die alten Analysen zuerst und die neueren nachher angeführt; nur einige manganreiche wurden besonders gebracht.

Alte Analysen.

	1.	2.	3.	4.
K_2O	—	0,11	0,11	—
MgO	2,59	1,73	1,73	2,21
CaO	21,06	20,19	20,19	19,96
MnO	1,35	2,62	2,62	1,16
FeO	—	—	6,78	—
B_2O_3	nicht bestimmt	4,50	5,61	nicht bestimmt
Al_2O_3	18,09	16,37	16,33	16,92
Fe_2O_3	9,22	9,67	2,80	10,21
SiO_2	41,89	44,57	43,46	43,72
H_2O	1,07	—	1,45	—
			101,08	

1. Aus dem Schwarzachgraben bei Pillersee (Hörndlgrund, Tirol); anal. W. Gintl bei V. v. Zepharovich, Miner. Lexikon **2**, 362 (1873). Die Analyse dürfte an zersetztem Material ausgeführt sein.

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **44**, 239 (1892).

2. Aus schieferigem Amphibolit von Bourg d'Oisans (Dauphiné); anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **50**, 371 (1840).

3. Von ebenda, Z. Dtsch. geol. Ges. **21**, 692 (1869).

4. Von der Berkutskaja Gora (Ural), aus einem Dioritporphyr durchsetzenden Quarzgange; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **50**, 372 (1840).

Neuere Analysen.

	5.	6.
MgO	2,51	2,32
CaO	20,13	20,19
MnO	3,08	2,90
FeO	5,94	6,01
B_2O_3	5,84	6,40
Al_2O_3	18,02	17,67
Fe_2O_3	0,94	0,90
SiO_2	42,73	42,86
H_2O	1,37	1,44

5. Von Bourg d'Oisans; anal. W. E. Ford, Am. Journ. [4] **15**, 195 (1903); Z. Kryst. **38**, 82 (1903).

6. Von ebenda; anal. wie oben.

	7.	8.	9.
δ	3,268	—	—
Na_2O	0,32	0,39	—
K_2O	0,08	0,14	0,25
MgO	2,19	2,26	1,81
CaO	19,92	19,85	29,70
MnO	1,11	1,01	2,80
FeO	7,17	7,05	3,65
B_2O_3	5,97	6,07	4,91
Al_2O_3	18,26	18,23	14,46
Fe_2O_3	0,58	0,65	2,62
SiO_2	42,88	42,89	39,26
H_2O	2,18	2,10	1,22
	100,66	100,64	

	10.	11.	12.
Na_2O	—	—	1,79
K_2O	—	—	Spur
MgO	0,44	0,09	Spur
CaO	19,74	19,21	17,75
MnO	4,10	8,76	5,62 [2]
FeO	7,53	4,22	—
B_2O_3	6,04	6,70 [1]	1,59
Al_2O_3	17,43	16,38	19,25
Fe_2O_3	0,38	—	11,79
SiO_2	42,61	42,79	41,87
H_2O	1,56	1,85	0,87
	99,83	100,00	100,53

[1]) Aus der Differenz.

[2]) Mn_3O_4.

7. Von Bourg d'Oisans; anal. P. Jannasch u. J. Locke, Z. anorg. Chem. **6**, 57 (1894); Z. Kryst. **26**, 634 (1896).

8. Von ebenda; anal. wie oben.

9. Aus grobkristallinen Kalksteinblöcken im Gabbro, vom Radautale (Harz); anal. Baumert bei G. Luedecke, Z. Naturw. Halle 1889, 62; Z. Kryst. **20**, 310 (1892).

10. Aus zersetztem Granit von S. Diego Cy. (Californien); anal. W. T. Schaller, Z. Kryst. **48**, 150 (1911).

11. Von Amador Cy. von der Consumes Coppergrube (Californien); anal. wie oben, 156.

12. Tiefbraune bis tiefviolette Kristalle, von Ginjiki in Obira (Japan); anal. Kotora Jimbo, Journ. coll. sc. Tokyo, **11**, 213; Z. Kryst. **34**, 220 (1901).

	13.	14.	15.	16.
δ	3,30	—	3,28	3,30
Na_2O	0,25	0,10	0,24	—
K_2O	0,21	—	0,25	—
MgO	1,30	1,02	1,69	0,97
CaO	19,53	19,28	19,57	19,71
MnO	6,97	7,69	6,16	8,51
FeO	4,27	4,06	4,89	3,61
B_2O_3	4,88	4,20	4,71	4,61
Al_2O_3	17,26	16,37	17,39	17,69
Fe_2O_3	1,33	3,79	0,59	0,81
SiO_2	42,40	42,55	42,40	41,96
H_2O	1,90	1,33	1,64	1,93
F	Spur	—	0,22	1,11
	100,30	100,39	99,75	100,91
Ab $O = F_2$			0,09	0,47
			99,66	100,44

13. Braune Varietät von Nordmarken (Schweden); anal. R. Mauzelius bei Hj. Sjögren, Geol. Fören. Förh. **17**, 268 (1895); Z. Kryst. **28**, 508 (1897).

14. Von ebenda; anal. A. Cleve, wie oben.

15. Graue Varietät von ebenda; anal. R. Mauzelius, wie oben.

16. Axinit von Dannemora; anal. R. Mauzelius, wie oben.

	17.	18.
MgO	0,74	0,66
CaO	21,66	20,53
MnO	3,79	4,63
FeO	4,02	5,84
B_2O_3	4,62	4,64
Al_2O_3	17,90	17,40
Fe_2O_3	3,90	3,06
SiO_2	41,53	42,10
H_2O	2,16	1,80
	100,32	100,66

17. Von Bourg d'Oisans; anal. J. Edw. Whitfield, Am. Journ. [3] **34**, 281 (1887); Z. Kryst. **15**, 124 (1889).

18. Von Cornwall (England); anal. wie oben.

Manganreiche Axinite.

	19.	20.	21.	22.	23.	24.
δ	—	—	—	3,299	3,028	—
MgO	0,23	0,26	0,17	0,87	0,21	0,34
CaO	18,25	18,35	19,54	18,49	19,51	18,65
MnO	13,69	13,14	12,97	9,59	10,71	11,54
ZnO	1,48	1,53	1,57 (ZnO + CuO)	0,19	—	—
CuO	0,12	0,11				
FeO	—	—	—	—	2,84	1,35
PbO	—	0,09	—	—	—	—
B_2O_3	5,10	5,05	nicht best.	5,17	5,61	6,30
Al_2O_3	16,73	16,85	16,88	16,96	17,15	17,08
Fe_2O_3	1,03	1,16	1,36	5,00	1,11	1,87
SiO_2	42,77	42,47	42,28	42,85	41,80	41,73
Glühverl.	0,76	0,40	0,41	0,75	1,22	1,81 (H_2O)
	100,16	99,41		99,87	100,16	100,67

19. Von Franklin (N. Jersey), Kristalle; anal. E. A. Genth, Am. Journ. **41**, 394 (1891); Z. Kryst. **22**, 411 (1894).
20. Blätterige Massen von ebenda; anal. wie oben.
21. Blätterige Massen von ebenda; anal. wie oben.
22. Kristalle und körnig-schalige Massen auf kaolinisiertem Feldspat von Guadalcazar (Mexico); anal. wie oben.
23. Von Obira (Japan); anal. W. E. Ford, Z. Kryst. **38**, 83 (1903).
24. Vom Radautal; anal. J. Fromme, Tsch. min. Mit. **28**, 305.

	25.	26.	27.	28.
K_2O	0,65	—	—	—
MgO	2,68	1,55	1,01	—
CaO	22,47	20,00	19,98	19,66
MnO	3,26	5,19	10,12	9,94
FeO	3,39	3,16	3,80	2,49
B_2O_3	5,45	—	3,14	6,14
Al_2O_3	(22,93)	22,64	18,78	17,91
SiO_2	37,41	42,92	42,24	42,28
H_2O	1,76	—	0,57	1,58
	100,00	(95,46)	99,64	100,00

	29.	30.	31.
δ	—	3,334	—
MgO	0,07	0,23	—
CaO	20,14	18,25	19,67
MnO	12,86	13,69	12,44
CuO	—	0,12	—
ZnO	Spur?	1,48	—
B_2O_3	(5,13)[1]	5,10	6,13
Al_2O_3	16,32	16,73	17,91
Fe_2O_3	1,62	1,03	—
SiO_2	41,99	42,77	42,27
H_2O	1,87	1,29	1,58
	100,00	100,69	100,00

[1]) Aus der Differenz berechnet.

25. Aus einem Pegmatitgang im Granitgneis in dem Leiperasteinbruch bei Avondale (Delaware Cy., Pennsylv.); anal. E. T. Wherry, Proc. U.S. National Museum **47**, 501 (1914); N. JB. Min. etc. 1915, II, 149.

26. Von ebenda; anal. J. E. Whitfield, wie oben.

27. Aggregat von gelblichen Tafeln, von ebenda; anal. wie oben.

28. Theoretische Zusammensetzung des Axinits mit Mn : Fe = 4 : 1.

29. Aus der Kontaktzone des Nordmarkits, von Aarvold, nordöstlich von Kristiania (Norw.); anal. V. M. Goldschmidt, Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet, Kristiania 1911, 449.

30. Von Franklin; anal. F. A. Genth, mit Wasserbestimmung von W. E. Ford wie Analyse 19.

31. Theoretische Zusammensetzung des Manganaxinits $HMnCa_2Al_2BSiO_{16}$.

Formel.

C. F. Rammelsberg[1]) hat einige Analysen berechnet:

Fundort	Analytiker	$H : \overset{II}{R} : \overset{III}{R} : Si$
Bourg d'Oisans	C. F. Rammelsberg	0,6 : 2,5 : 2 : 3
Bourg d'Oisans	J. E. Whitfield	0,9 : 1,9 : 2 : 2,6
Cornwall	J. E. Whitfield	0,9 : 1,9 : 2 : 2,5
Bourg d'Oisans	P. Jannasch u. J. Locke	0,9 : 1,6 : 2 : 2,5
Radautal	Baumert (O. Luedecke)	0,6 : 3 : 2 : 2,8
Striegau	C. Baerwald	0,8 : 2,2 : 2 : 2,8
Guadalcazar	F. A. Genth	0,3 : 1,8 : 2 : 2,65
Franklin, Kristalle	F. A. Genth	0,3 : 2,2 : 2 : 2,9
Franklin, blätterig	F. A. Genth	0,2 : 2,2 : 2 : 2,9
Nordmarken, braun	R. Mauzelius	0,9 : 2,17 : 2 : 2,85
Nordmarken, grau	A. Cleve	0,8 : 2,27 : 2 : 2,9
Dannemora	R. Mauzelius	0,9 : 2,24 : 2 : 2,9

C. F. Rammelsberg berechnet für die ersten neun Analysen:

$$H_4\overset{II}{R}_8\overset{III}{R}_8Si_{11}O_{44} = \left.\begin{matrix} H_4SiO_4 \\ 4\,R_2SiO_4 \\ 2\,R_4Si_3O_{12} \end{matrix}\right\}$$

Für die drei letzten nimmt er die Formel an:

$$\begin{matrix} 2\,\overset{I}{R}_4SiO_4 \\ 10\,\overset{II}{R}_2SiO_4 \\ 5\,\overset{III}{R}_4Si_3O_{12}\,. \end{matrix}$$

W. T. Schaller berechnet folgende 13 Analysen:

		SiO_2	B_2O_3	Al_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	H_2O
Bourg d'Oisans	P. P. Jannasch u. J. Locke .	7,96	0,96	2,06	1,10	0,16	3,98	0,70	1,34
Bourg d'Oisans	C. F. Rammelsberg . . .	8,14	0,90	2,00	1,06	0,42	4,04	0,50	0,9
Bourg d'Oisans	Ed. W. Ford .	8,02	0,98	1,98	0,94	0,48	4,04	0,74	0,86
Bourg d'Oisans	J. E. Whitfield	7,82	0,76	2,28	0,64	0,60	4,38	0,20	1,36

[1] C. W. Rammelsberg, Min. Chem., Erg.-Heft II, 224 (1895).

		SiO_2	B_2O_3	Al_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	H_2O
Cornwall	J. E. Whitfield	7,92	0,74	2,14	0,92	0,74	4,14	0,18	1,14
Nordmarken	R. Mauzelius .	7,84	0,76	1,96	0,76	0,98	3,92	0,54	1,16
Nordmarken	R. Mauzelius .	7,84	0,78	2,00	0,66	1,10	3,90	0,12	1,18
Nordmarken	A. Cleve. . .	8,10	0,70	2,12	0,64	1,24	3,96	0,32	—
Dannemora	R. Mauzelius .	7,88	0,74	2,02	0,56	1,36	4,00	0,28	1,32
Guadalcazar	F. A. Genth .	8,10	0,84	2,26	—	1,54	3,78	0,26	—
Obira	Edw. J. Ford .	7,84	0,92	1,98	0,44	1,72	3,98	0,06	0,76
Franklin, blätterig	F. A. Genth .	8,08	0,84	1,98	—	2,12	3,76	0,32	0,78
Franklin, Kristalle	F. A. Genth .	8,38	0,86	1,96	—	2,28	3,84	0,30	0,84

J. Edw. Whitfield berechnet aus seinen Analysen die Formel:

$$2H_2O\,.\,8\overset{II}{R}O\,.\,3\overset{III}{R}_2O_3\,.\,B_2O_3\,.\,10SiO_2 = B\overset{II}{R}_4\,.\,\overset{III}{R}_3H_2(SiO_4)_5O.$$

Als Konstitutionsformel ergibt sich:

$$\begin{array}{l} Al\!<\!\begin{array}{l}SiO_4\equiv\\ SiO_4\equiv\end{array} \\ \quad >SiO_4\equiv \\ Al\!<\!\begin{array}{l}SiO_4\equiv\\ SiO_4\equiv\end{array} \end{array} \left|\begin{array}{l} Al \\ H_3 \\ BO \\ R'''_4 \end{array}\right. .$$

O. Luedecke berechnet aus der Analyse von Baumert:

$$\left\{\begin{array}{c} H_4(Ca, Mg, Mn, Fe)_{20}Si_{11}O_{44} \\ (Al, Fe, B)_{12}Si_9O_{36}. \end{array}\right\}$$

W. E. Ford schreibt die Analysenformel:

$$R_7R_4B_2(SiO_4)_8.$$

P. Jannasch u. J. Locke berechnen aus ihren Analysen:

$$R_2R_4R_4Si_6O_{23}.$$

Nach ihnen läßt sich auch die Whitfieldsche Analyse auf diese Formel berechnen. Diese Formel läßt sich schreiben:

$$(SiO_4)_5(Al, B)_3(AlSiO_3H)(Ca\ldots)_4H.$$

Hj. Sjögren berechnet die Analysen von R. Mauzelius u. A. Cleve:

$$BAl(SiO_4)_5R_7 \quad \text{worin } R = \tfrac{2}{3}Al,$$

oder auch

$$\overset{II}{R}_4(SiO_3)_5-Al-BO_2.$$

W. T. Schaller erhält als Mittel der berechneten 13 Analysen:

$$7{,}99SiO_2\,.\,0{,}83B_2O_3\,.\,2{,}06(Al, Fe)_2O_3\,.\,2{,}07(Fe, Mn, Mg)O\,.\,3{,}99CaO\,.\,1{,}05H_2O.$$

Er kommt zu dem Resultate, daß der Axinit aus zwei Komponenten besteht, welche sich mischen:

Ferroaxinit: $Al_2BHCa_2FeSi_4O_{16}$

und

Manganaxinit: $Al_2BHCa_2MnSi_4O_{16}$.

P. Groth[1]) schreibt die Formel:

$$(Ca, Mn, Fe, Mg, H_2)_7B_2(Al, Fe)_4(SiO_4)_8.$$

[1]) P. Groth, Tabl. d. minér. Genève 1905, 129.

Eigenschaften.

Dichte. W. T. Schaller[1]) hat die Abhängigkeit des spezifischen Gewichtes vom Mangangehalt ersichtlich gemacht. Er hat die 13 von ihm berechneten Analysen nach dem Mangangehalte zusammengestellt und erhielt folgende Werte:

	Mangangehalt in Prozenten	Dichte
Nr. 7	1,06	3,268
„ 3	2,62	—
„ 5 u. 6	2,99	3,287
„ 13	6,16	3,28
„ 15	6,97	3,30
„ 16	8,51	3,30
„ 22	9,59	3,299
„ 23	10,71	3,302
„ 30	13,14	3,306
„ 30	13,69	3,358

Wahrscheinlich ist aber die Dichte des Ferroaxinits etwas größer.

Deutlich spaltbar nach 110 (Aufstellung siehe bei C. Hintze). Vier weitere Richtungen zeigen nur undeutliche Spaltbarkeit. Bruch muschelig bis uneben. Spröde. Härte $6\frac{1}{2}$ bis 7.

Lebhafter Glasglanz. Farbe nelkenbraun, violett, pflaumenblau, perlgrau, auch grünlich und pfirsichblütenrot. Deutlich pleochroitisch, meist sehr kräftig.

Die *Brechungsquotienten* wurden von A. Des Cloizeaux[2]) bestimmt.

$N_\beta = 1{,}678$ $2H = 87^\circ 30'$ $2V = 74^\circ 17'$ $2H = 86^\circ 33'$ $2V = 73^\circ 32'$ (Rot),
$N_\beta = 1{,}691$ $2H = 87^\circ 47'$ $2V = 74^\circ 39'$ $2H = 86^\circ 43'$ $2V = 43^\circ 49'$ (Blau).

Zweite Platte, sehr dünn:

$2H = 83^\circ 20'$ $2E = 153^\circ 46'$ $2H = 84^\circ 7'$ $2E = 157^\circ 51'$ (Rot),
$2H = 83^\circ 28'$ $2E = 159^\circ 49'$ (Blau).

Dritte Platte, ziemlich dick:

$N_\beta = 1{,}678$ $2H = 84^\circ 11'$ $2E = 158^\circ 16'$ $2H = 82^\circ 15'$ $2E = 148^\circ 53'$ (Rot),
$N_\beta = 1{,}693$ $2H = 84^\circ 34'$ $2E = 168^\circ 37'$.

Vierte Platte mit Chlorit gefüllt:

$N_\alpha = 1{,}6720$ $N_\beta = 1{,}6779$ $N_\gamma = 1{,}6810$ $2V = 71^\circ 38'$ $2E = 158^\circ 13'$ (Rot),
$N_\alpha = 1{,}6850$ $N_\beta = 1{,}6918$ $N_\gamma = 1{,}6954$ $2V = 71^\circ 49'$ $2E = 165^\circ 38'$ (Blau),
$2H = 84^\circ 24' 30''$ $2E = 159^\circ 34'$ (Rot). $2H = 84^\circ 50' 20''$ $2E = 172^\circ 10'$ (Blau).

Temperaturerhöhung ändert die Lage der optischen Achsen kaum.

Axinit wird durch Reibung elektrisch. Ferner ist dieses Mineral, wie schon R. Hauy[3]) beobachtete, pyroelektrisch, und später durch G. Hankel[4]) näher studiert worden (vgl. auch G. Friedel und A. de Gramont).[5])

[1]) W. T. Schaller, l. c. S. 152.
[2]) A. Des Cloizeaux, Man. Min. 1862, 517.
[3]) R. Hauy, Miner. 1822, II, 560.
[4]) G. Hankel, Sächs. Ges. d. Wissensch. **12**, I (1878); Wied. Ann. **6**, 57 (1879).
[5]) G. Friedel und A. de Gramont, Bull. Soc. min. **8**, 78 (1885).

R. Cusack[1]) fand den Schmelzpunkt des Axinits zu 995°, doch ist zu bemerken, daß Axinit sich schon vor dem Schmelzen chemisch verändert.

Vor dem Lötrohre bläht er sich auf, schmilzt leicht zu dunkelgrünem, in der Oxydationsflamme schwarz werdendem Glase. Er färbt die Flamme grün, namentlich wenn er durch Zusatz von Fluorcalcium und Kaliumbisulfat vorher aufgeschlossen wird.

A. de Gramont[2]) fand, daß durch Alkalicarbonat aufgeschlossener Axinit spektralanalytisch die Elemente: Ca, Si, Al, Mn und Mg zeigt.

Von Säuren wird Axinit kaum angegriffen, nach dem Schmelzen wird er jedoch von Salzsäure unter Gallertbildung zersetzt. Das Pulver zeigt starke alkalische Reaktion. Glüht man das Pulver, so wird es vorübergehend schwarz, erhält aber beim Erkalten wieder die frühere Farbe, wonach es wieder alkalisch, wenn auch langsamer reagiert.[3])

Synthetische Versuche sind noch nicht ausgeführt worden. C. Doelter[4]) untersuchte das Schmelzprodukt bei langsamer Abkühlung und fand, daß sich ein augitartiges Produkt gebildet hatte.

A. v. Kraatz-Koschlau und L. Wöhler[5]) fanden, daß er beim Umschmelzen im elektrischen Ofen ein durchsichtiges, nelkenbraunes Glas gibt. Sie wiesen in einer Reihe von Axiniten Mangan, aber kein Titan nach. Ob der Farbstoff dem Mangan zuzuschreiben ist, läßt sich nicht mit Sicherheit nachweisen, ist aber wahrscheinlich.

Vorkommen und Genesis.

Axinit kommt in Drusenräumen von Granit und Diabas vor (auch Monzonit), besonders aber in Kontakthöfen dieser Eruptivgesteine, meistens in Kalksilicathornfelsen.

Über die Genesis läßt sich mangels experimenteller Versuche wenig sagen, jedenfalls hat er sich nicht aus trockenen Schmelzflüssen gebildet, vielleicht aus Schmelzflüssen unter Anwesenheit von Mineralisatoren. Ob er sich aus wäßrigen Lösungen bildet, ist unbestimmt. Am häufigsten dürfte er sich als Kontaktmineral gebildet haben.

Eisen-Sprödglimmer.

Dazu gehören die oft unter dem Namen „Chloritoid" vereinigten Mineralien Chloritoid, Masonit, Sismondin, Ottrelith und Venasquit.

Man kann diese Mineralien, da sie keine prägnanten Unterschiede zeigen, unter dem Namen Chloritoid vereinigen und die übrigen als Varietäten unterscheiden. Jedoch trennen manche Autoren auch Ottrelith und Chloritoid.

---

[1]) R. Cusack, Proc. Roy. Soc. Edinburgh, Dublin [3] **4**, 399 (1879); Z. Kryst. **31**, 284 (1899).
[2]) A. de Gramont, Bull. Soc. min. **21**, 95 (1898); C. R. **126**, 1531 (1898).
[3]) A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 779.
[4]) C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, I, 1.
[5]) K. v. Kraatz-Koschlau u. L. Wöhler, Tsch. min. Mit. **18**, 304 (1898).

Chloritoid.

Synonyma: Barytophyllit, Chloritspat.
Varietäten: Sismondin, Salmit, Masonit.
Monoklin.
Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
MgO	1,25	2,80	3,30	3,33	0,08
CaO	0,20	0,59	—	—	—
MnO	—	0,97	—	—	—
FeO	29,79	21,88	21,11	24,28	26,41
Al_2O_3	36,19	36,86	38,30	40,99	40,38
Fe_2O_3	—	—	6,00	0,55	—
SiO_2	28,04	28,48	26,19	24,90	26,17
H_2O	5,88	8,09	5,50	7,82	6,96
	101,35	100,36[1])	100,40	101,87	100,00

1. Von Hetschen (Vogtland, Sachsen); anal. Schröder, Erläut. geol. Karte Sekt. Zwota 1884, 3.
2. Kaisersberg in Steiermark; anal. H. v. Foullon, J. k. k. geol. R.A. **33**, 226 (1883).
3. Von Pregratten (Tirol); anal. F. v. Kobell, Ann. Chem. u. Pharm. **90**, 244 (1854).
4. Von ebenda; anal. L. Sipöcz, Z. Kryst. **3**, 508 (1879).
5. Von Großarl bei St. Johann i. Pongau (Salzburg); anal. A. Cathrein, Tsch. min. Mit. **8**, 334.

	6.	7.	8.	9.	10.	11.
MgO	6,17	—	—	6,20	7,30	5,19
CaO	—	—	—	—	0,35	—
FeO	19,17	23,8	27,10	21,00	14,32	23,58
Al_2O_3	42,80	43,2	40,71	37,50	42,33	38,13
Fe_2O_3	—	—		—	4,09	—
SiO_2	24,40	24,1	24,10	25,75	26,03	25,50
H_2O	6,90	7,6	7,24	7,80	6,56	6,90
	99,44	98,7	99,15	98,25	100,98	99,30

6. Von Zermatt; anal. A. Damour, Bull. Soc. min. **7**, 84 (1884).
7. Sismondin von St. Marcel; anal. A. Delesse, Ann. chim. u. phys. **9**, 385 (1843).
8. Von ebenda; anal. Derselbe, C. R. **22**, 595 (1846).
9. Von ebenda; anal. F. v. Kobell, **58**, 39 (1853).
10. Von ebenda; anal. W. Suida bei G. Tschermak, Z. Kryst. **3**, 511 (1879).
11. Von ebenda; anal. A. Damour, Bull. Soc. min. **2**, 167 (1870).

	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Alkalien	—	—	0,30	—	—	—
MgO	6,80	6,82	—	0,80	0,95	3,66
CaO	0,30	0,90	—	0,45	0,83	—
MnO	0,91	0,92	—	0,52	—	0,93
FeO	18,52	13,93	27,55	28,05	27,25	25,92
Al_2O_3	41,34	41,74	39,80	39,52	40,21	37,10
Fe_2O_3	0,38	3,90	—	—	—	—
SiO_2	24,47	25,36	24,10	23,94	23,20	26,30
H_2O	6,98	6,57	6,50	7,08	6,97	6,10
	99,70	100,14	98,25	100,36	99,41	100,01

[1]) 0,69% organ. Substanz.

12. Aus Quarzgängen des Glimmerschiefers, von Stelland zu Valup (Schottland); anal. F. Heddle, Z. Kryst. **5**, 618 (1881).
13. Von ebenda; anal. wie oben.
14. bis 16. Vom Gumugh Dagh (Kleinasien) auf den Smirgellagerstätten; anal. L. Smith, Ann. mines **18**, 300 (1859).
17. Von Leeds (Canada), prov. Quebec, aus phyllitischen Schiefern; anal. T. Sterry Hunt, Am. Journ. **31**, 442 (1861).

Die drei folgenden Chloritoide werden als Masonite bezeichnet.

	18.	19.	20.
MgO	0,24	0,13	1,32
MnO	6,00	—	—
FeO	25,93	33,72	16,17
Al_2O_3	29,00	32,16	26,38
Fe_2O_3	—	—	18,95
SiO_2	33,20	28,27	32,68
H_2O	5,60	5,00	4,50
	99,97	99,28	100,00

18. Natic Village (Rhode Island); anal. Jackson, Rep. geol. R. Isl. 1840, 88.
19. Von ebenda; anal. M. R. Whitney, Proc. nat. hist. soc. Boston 1849, 100.
20. Von ebenda; anal. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **53**, 13 (1851).

	21.	22.	23.	24.
MgO	4,29	—	—	—
MnO	0,30	—	—	—
FeO	27,05	28,89	31,21	30,29
Al_2O_3	35,57	46,20	43,83	45,17
SiO_2	27,48	24,90	24,96	24,40
H_2O	6,95	—[1])	—[1])	—[1])
	101,64	99,99	100,00	99,86

Sämtliche aus Kossoi Brod bei Jekaterinburg, aus Marmor.
21. anal. P. A. v. Bonsdorff bei G. Rose, Reisen, Ural **1**, 263 (1837).
22. anal. A. Erdmann, Journ. prakt. Chem. **4**, 127 (1834).
23. anal. wie oben **6**, 8.
24. anal. Gerathewoll, ebenda, **34**, 454 (1845).

	25.	26.	27.	28.
Na_2O	—	—	0,55	—
K_2O	—	—	0,30	—
MgO	0,36	5,96	27,46	27,70
CaO	—	0,18	—	—
MnO	1,14	0,53	—	—
FeO	27,20	18,02	9,75	9,87
Al_2O_3	34,57	42,58	21,25	21,04
Fe_2O_3	5,93	0,72	—	—
SiO_2	24,56	25,36	28,06	29,02
H_2O	6,64	7,50	11,78	12,37
	100,40	100,85	99,15	100,00

[1]) Nach R. Hermann wahrscheinlich früher kalziniert.

25. Masonit von Natick (Rhode Island). δ 3,54.
26. Sismondin (Vallone di Champ de Praz, Aostatal). δ 3,45.
27. Chloritisches Mineral beim Sismondin auftretend.
28. Entsprechend der Tschermakschen Formel.

Sämtliche Analysen von E. Manasse, Atti soc. tosc. Pisa, Proc. verb. **20**, 29; N. JB. Min. etc. 1912, II, 330.

	29.	30.	31.	32.
δ	3,552	—	—	—
Na_2O	0,35	—	0,20	—
K_2O	0,97	—	0,20	—
MgO	1,29	0,76	2,18	6,12
CaO	0,59	1,38	Spur	—
MnO	Spur	—	Spur	—
FeO	20,52	22,38	21,94	23,44
Al_2O_3	34,00	29,53	39,31	36,95
Fe_2O_3	10,55	5,85	5,14	—
SiO_2	24,29	35,52	23,40	25,70
TiO_2	0,28	—	1,19	0,59
H_2O	6,75	5,94	6,81	6,31
	99,59	101,36 [1])	100,37 [1])	99,11

29. Von Champion (Michigan); anal. Harry F. Keller u. Alfred C. Lane, Z. Kryst. **19**, 384 (1891).
30. Aus Phyllitblöcken, vom Michigamme-See (Michigan); anal. L. Kahlenberg bei W. H. Hobbs, Am. Journ. **50**, 124 (1895); Z. Kryst. **28**, 320 (1897).
31. Aus Phyllit von Liberty (Maryland); anal. L. G. Eakins bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 291 (1910); siehe auch Bull. Nr. 168, 50.
32. Von Stuttoia, Apuanische Alpen; anal. E. Manasse, Proc. verb. soc. tosc. di sc. nat. **15**, 20 (1906); Z. Kryst. **44**, 655 (1907).

	33.	34.	35.	36.	37.
Na_2O	—	—	—	—	0,07
K_2O	—	—	6,80	—	0,07
MgO	3,75	3,97	8,96	0,94	3,32
CaO	—	—	—	—	0,21
MnO	—	—	—	—	1,30
FeO	17,30	27,40	—	23,01	22,92
Al_2O_3	30,72	40,26	23,68	49,11	39,75
Fe_2O_3	17,28	—	17,52	3,44	—
SiO_2	24,54	23,01	38,40	26,13	25,03
H_2O	6,38	6,34	4,80	6,91	6,64
	99,97	100,98	100,16	100,54	99,31

33. Von Kossoi Brod; anal. R. Herrmann, Journ. prakt. Chem. **53**, 13 (1851).
34. Von ebenda; anal. F. v. Kobell, ebenda **58**, 40 (1853).
35. Sog. Phyllit Thomsons, von Sterling Massach.; anal. J. Thomson, Ann. Lyc. N.-York **3**, 47 (1828).
36. Aus Pyrophyllitschiefer von Chatam Co. (N. Carolina); anal. F. A. Genth, Am. Phil. Soc. 1873, 39.
37. Von Bull Mountains, Patrik Co., mit Korund; anal. F. A. Genth, Am. Journ. **39**, 50 (1890).

[1]) Spur von P_2O_5.

Brunsvigit.

Analyse.

MgO	9,52
CaO	0,20
MnO	0,51
FeO	31,92
Al_2O_3	15,81
Fe_2O_3	1,77
SiO_2	27,88
H_2O	11,97[1]
	99,73

Aus einem Gang im Gabbrosteinbruch („Bärenstein" IV), am Schmalenberg im Radautale; anal. J. Fromme, Tsch. min. Mitt. **21**, 171 (1902).

Formel. Nach G. Tschermak ist die Formel:

$$Sp_5At_3At'_2 .$$

Hierbei ist $Sp = H_4Mg_3Si_2O_9$, $At = H_4Mg_2Al_2SiO_9$, $At' = H_4MgAl_2SiO_9$.

Eigenschaften. Härte 1—2. Dichte 3,0125 bis 3,006. Farbe grün bis dunkellauchgrün. Glas- bis Fettglanz.

Nach G. Tschermak optisch negativ. Zeigt schwarzes Kreuz im konvergenten Licht. Pleochroitisch. Mittlerer Brechungsquotient wenig verschieden von dem des Chlorits von Birkenberg.

Durch Säuren unter Ausscheidung von pulveriger Kieselsäure zersetzbar.

Ottrelith.

	38.	39.	40.	41.	42.	43.
δ	—	—	—	—	—	3,561
Na_2O	—	—	—	—	—	0,78
K_2O	—	—	—	—	—	0,27
MgO	—	—	2,05	1,57	0,45	1,21
CaO	—	—	—	—	1,29	0,22
MnO	8,03	8,18	6,10	0,93	6,51	0,37
FeO	16,81	16,72	12,11	17,87	12,46	23,82
Al_2O_3	23,89	24,63	29,29	29,47	30,80	36,06
Fe_2O_3	—	—	3,30	4,02	3,82	—
SiO_2	43,52	43,34	42,48	41,65	40,55	30,61
H_2O	5,63	5,66	5,07	5,84	4,12	6,66
	97,88	98,53	100,40	101,35	100,00	100,00[2]

38. u. 39. Beide von Ottrez (Belgien), an der belgisch-luxemburgischen Grenze aus Phyllit; anal. A. Damour, Ann. mines **2**, 357 (1842).
40. Von ebenda; anal. C. Klement, Z. Kryst. **8**, 420 (1884).
41. Von Serpont (Belgien); anal. wie oben.
42. Von Lierneux; anal. A. Renard, wie oben C. Klement.
43. Von Mont Maré (Transvaal); anal. J. Götz, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **4**, 145 (1886).

[1]) Außerdem 0,15% hygroskopisches Wasser.
[2]) Unter Abzug von 2,66% TiO_2 aus beigemengtem Rutil.

	44.	45.	46.	47.
MgO	2,12	2,80	1,69	1,44
CaO	—	—	1,16	Spur
MnO	3,75	4,95	1,41	0,62
FeO	15,43	20,36	20,33	20,48
Al_2O_3	29,60	39,08	34,35	31,12
Fe_2O_3	0,86	1,14	4,71	3,25
SiO_2	42,93	24,44	29,71	37,87
H_2O	5,48	7,23	6,64	5,80
	100,17	100,00	100,00	100,58

44. Ottrelith von Ottrez.
45. Berechnet auf 100.
46. Ebenso Ottrelith aus den Phylliten von Mt. Fenouillet bei Hyères.
47. Venasquit aus den Pyrenäen.

Sämtliche Analysen von E. Manasse siehe bei Chloritoid S. 387 u. 388.

Eine Analyse, welche durch etwas abweichende Zusammensetzung, namentlich durch niederen Kieselsäuregehalt ausgezeichnet ist, ist folgende:

	48.
δ	3,38
MgO	2,10
CaO	0,35
MnO	8,4
FeO	15,35
CoO	0,05
Al_2O_3	39,60
Fe_2O_3	3,97
SiO_2	22,52
H_2O	7,44
	99,78

48. Grüngrau, körnig, von Vielsalm; anal. L. de Koninck bei A. Prost, Ann. soc. géol. de Belgique 11, 94 (1883/84). (Nach C. F. Rammelsberg, Min. Chem. Erg.-Heft I, 71).

Venasquit.

	49.	50.
MgO	0,62	2,54
FeO	20,75	26,17
Al_2O_3	29,71	40,36
SiO_2	44,79	24,90
H_2O	4,93	6,23
	100,80	100,20

49. Von Vénasque (Pyrenäen); anal. A. Damour, Bull. Soc. min. 2, 167 (1879).
50. Von Grippe, Ile de Groix; anal. A. Renard, ebenda 7, 42 (1884).

Formel.

Eine Anzahl von Analysen, welche eine Trennung beider Eisenoxyde aufweisen, hat C. F. Rammelsberg berechnet. Er unterscheidet drei ver-

schiedene Gruppen, von welchen sich die erste auf Chloritoid bezieht, die zweite auf Ottrelith, während die dritte nur selten vertreten ist, es sind teils eigentliche Chloritoide, teils auch Ottrelithe.

Analysen mit 24—28 $^0/_0$ SiO_2.

Fundort	Analysator	$\overset{III}{R}:R:Si:H_2O$
Vielsalm	L. de Koninck	1,1 : 2 : 1 : 1,1
S. Marcel	W. Suida	0,9 : 2 : 1 : 0,9
Kossoi Brod	R. Hermann	0,76 : 2 : 1 : 0,86
Shetlandinsel	F. Heddle	1,1 : 2 : 1 : 1,0
Pregratten	F. v. Kobell	0,9 : 2 : 1 : 0,7
„	L. Sipöcz	1,0 : 2 : 1 : 1,0
Chatam Co.	F. A. Genth	0,8 : 2 : 1 : 0,9

2. Analysen mit 30 $^0/_0$ SiO_2.

Fundort	Analysator	$\overset{III}{R}:R:Si:H_2O$
Natic, Rhode Island	R. Hermann	0,5 : 1,4 : 1 : 0,5

3. Analysen mil 40—43 $^0/_0$ SiO_2.

Fundort	Analysator	$\overset{III}{R}:R:Si:H_2O$
Sterling	J. Thomson	0,45 : 1 : 1 : 0,4
Serpent	C. Klement	0,43 : 0,92 : 1 : 0,43
Lierneux	A. Renard	0,44 : 1 : 1 : 0,34
Ottré	C. Klement	0,4 : 0,8 : 1 : 0,4

Für die erste Gruppe gilt nach C. F. Rammelsberg[1]) die Formel:

$$\overset{III}{R}R_2SiO_6 . H_2O = H_2\overset{III}{R}R_2SiO_7 .$$

2 ist nur in wenig Verbindungen vorhanden und führt zu der Formel:

$$\overset{II}{R}_3\overset{III}{R}_6Si_4O_{20} . 3H_2O = H_6\overset{II}{R}_3\overset{III}{R}_6Si_4O_{23} .$$

3. Hierher gehören die Ottrelithe zum Teil. Die Formel ist:

$$\overset{II}{R}_2\overset{III}{R}_4Si_5O_{18} . 2H_2O = H_4R_2R_4Si_5O_{20} .$$

G. Tschermak[1]) nimmt, wie früher bei den Magnesiasprödglimmern ausgeführt (vgl. Bd. II, Abt. 2 S. 1052), zwei Silicate als Mischungskomponenten an. Für den Chloritoid von Pregratten führt die Analyse von L. Sipöcz zu der Formel:

$$H_2FeAl_2SiO_7 .$$

F. W. Clarke[2]) nimmt folgende Konstitutionsformel an:

$$Al \begin{cases} OH \\ (SiO_4) \equiv \overset{II}{R}H \\ (SiO_4) \equiv (AlO)_3 \end{cases}$$

C. Klement kommt zu der Formel: $H_2(Fe, Mn, Mg)(Al, Fe)_2Si_2O_9$, welche für seine Analysen gilt (siehe S. 389).

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1895, 433.
[2]) G. Tschermak, Z. Kryst. 3, 507 (1879).
[3]) F. W. Clarke, siehe bei Glimmer.

P. Groth[1]) stellt die Formel auf:

$$H_2(Fe, Mg)\,Al_2SiO_7.$$

Venasquit hat die Formel:

$$H_2FeAl_2Si_3O_{11}.$$

Masonit: $H_6(Fe, Mn)_3Al_4Si_6O_{24}$

Sismondin: $H_{14}Fe_7Al_{16}Si_8O_{54}$.

Der Ottrelith wird von P. Groth von den übrigen Chloritoiden abgetrennt. Seine Formel ist:

$$H_2R(Al, Fe)_2Si_2O_9.$$

A. Manasse hat die von ihm ausgeführten Analysen verschiedener Chloritoide berechnet und kommt zu folgenden Molekularverhältnissen:

	$H_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$
Masonit von Natick	1 : 1,09 : 1,02 : 1,10
Sismondin von Champ de Praz	1 : 0,98 : 1,01 : 1,01
Ottrelith von Ottrez	1 : 1,05 : 0,97 : 2,34
Ottrelith von Mt. Fenouillet	1 : 0,99 : 0,99 : 1,33
Venasquit, Vénasque	1 : 1,02 : 1,01 : 1,95

Die drei ersten Analysen stimmen nicht mit der Formel des Chloritoids: $H_2RR_2SiO_7$ überein. Die übrigen Analysen zeigen einen bedeutenden Überschuß von SiO_2. Das Material war, wie sich der Verfasser überzeugte, quarzhaltig und dürfte daher der Überschuß durch diesen verursacht sein. Die erwähnte Formel dürfte daher für die letztgenannten Analysen gültig sein.

Auch P. Niggli erklärt sich gegen diese Formel.[2])

Eigenschaften.

Spaltbarkeit nach der Basis, viel geringer als bei Glimmer. Bei großblättrigen Ottrelithen noch eine zweite Spaltrichtung. Härte 5—6. Dichte 3,53—3,55.

Auf Bruchflächen matter, harziger Schimmer, auf Spaltflächen Glasglanz. Farbe grüngrau, schwärzlichgrau, graugrün, dunkelgrün, selten grasgrün oder gar farblos.

Ebene der optischen Achsen die Symmetrieebene. Nach A. Lacroix[3]) ist das Brechungsvermögen hoch, 1,718, nach A. Ch. Lane,[4]) 1,75. A. Duparc und L. Mrazec[5]) fanden für Chloritoid von Lainiciu 1,77.

Die Doppelbrechung ist schwach; nach den zuletzt genannten Autoren 0.016. A. Lacroix fand $N_\gamma - N_\alpha$ 0,015. Die Winkel der optischen Achsen schwanken stark. Starke Dispersion der Bissectrizen. A. Des Cloizeaux[6]) bestimmte einige Achsenwinkel.

[1]) P. Groth, Tabl. syst. Genève 1904, 134.
[2]) P. Niggli, N. JB. Min. etc. 1913, II, 432.
[3]) A. Lacroix, Bull. Soc. min. **9**, 42 (1886).
[4]) A. Ch. Lane, Am. Journ. **42**, 499 (1891).
[5]) A. Duparc u. L. Mrazec, C. R. **116**, 601 (1893).
[6]) A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **7**, 83 (1884).

2H ergab bei Chloritoid von St. Marcel für rotes Glas:

$$37^0 00' \text{ bis } 33^0 44'$$
$$33^0 50' \text{ bis } 32^0 56'$$
$$2E = 70^0 50' \text{ bis } 66^0 40'.$$

Für grünes Glas ergab sich für 2H:

$$30^0 20' \text{ bis } 31^0 44'$$
$$32^0 50' \text{ bis } 30^0 22'.$$

Sismondin von Zermatt ergab für $2E$ Werte zwischen 1 und $71^0 17'$ für rotes Glas und für grünes $61^0 51'$ bis $65^0 5'$. Die genauen Daten siehe im Original.

A. Barrois[1]) fand für Chloritoid von Morbihan: $2V = 45—55^0$.

A. v. Lasaulx[2]) fand für das Vorkommen der Insel Groix $2E = 65—70$. Siehe auch E. A. Wülfing.[3])

Sehr starker Pleochroismus.

Vor dem Lötrohre blättert sich Chloritoid schwach an den Kanten auf, schmilzt aber sehr schwer zu einer schwarzen magnetischen Masse. Im Kölbchen gibt er Wasser. Das feine Pulver ist durch Schwefelsäure zersetzbar. Der Ottrelith ist schon durch Salzsäure zersetzbar, wobei er gelatinöse Kieselsäure ergibt. Auch Salpetersäure zersetzt letzteren.

Vorkommen und Genesis. Die hierher gehörigen Mineralien kommen in dynamometamorphen Schiefern vor, auch Phylliten, Marmoren, Quarziten. Auch in den Glaukophangesteinen kommen sie vor. In Olivingesteinen von Wallis kommen sie vor.

Chloritoid dürfte sich aus überhitzten Lösungen absetzen. Eine Synthese fehlt.

Ardennit.

Von **A. Ledoux** (Brüssel).

Rhombisch. $a:b:c = 0{,}4663:1:0{,}3135$ (G. vom Rath).

Synonyma: Mangandisthen, Dewalquit.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
MgO	Spur	4,32	4,07	3,38	1,38	3,01
CaO	—	4,30	2,98	1,81	1,83	2,17
MnO	33,88	26,40	25,70	25,88	30,61	26,70
FeO	—	1,30	0,22	Spur	0,17	—
Al_2O_3	24,41	28,36	24,80	23,50	22,76	24,22
Fe_2O_3	—	2,94	1,31	1,68	1,15	
SiO_2	28,69	28,70	28,40	29,60	27,50	27,84
As_2O_5	—	—	6,35	—	9,33	2,76
V_2O_5	8,71	1,80	3,12	9,20	0,53	9,20
H_2O	4,31	0,98	5,20	4,04	5,13	5,01
	100,00	99,10	102,15	99,09	100,39	100,91

[1]) A. Barrois, Bull. Soc. min. 7, 39 (1884).
[2]) A. v. Lasaulx, Niederrhein. Ges. Bonn 1883, 270.
[3]) E. A. Wülfing, Mikrosk. Phys. 1905, 278.

1. Theoretische Zusammensetzung nach der Formel $H_{10}Mn_{10}Al_{10}Si_{10}V_2O_{55}$.
2. F. Pisani, C. R. 2. Dez. 1872.
3. F. Pisani, C. R. 1873.
4. A. v. Lasaulx und Bettendorf, Pogg. Ann. **149**, 249 (1873).
5. u. 6. Bettendorf, Pogg. Ann. **160**, 130 (1877).

Aus diesen Analysen folgt, daß Arsen isomorph mit Vanadium in der Zusammensetzung auftritt. Zwei Varietäten sind vorhanden, die erste, ziemlich dunkel und durchscheinend, ist nicht arsenhaltig, die zweite, heller gefärbt und durchsichtig, ist reich an Arsen.

Die Formel soll richtig die folgende sein:

$$H_{10}(Mn, Fe'', Ca, Mg)_{10}(Al, Fe''')_{10}Si_{10}(V, As)_2O_{55}.$$

Chemische Eigenschaften. Das Wasser entweicht nur beim Glühen. Schwer zersetzbar durch Schwefelsäure. Unlöslich in Salzsäure und Salpetersäure. Beim Erwärmen mit Phosphorsäure bekommt man eine farblose Flüssigkeit, welche beim Zusatz von Schwefelsäure violett wird (F. Pisani).

Vor dem Lötrohre schmelzbar unter Schäumen zu schwarzem Glas. Kein Wasser in dem Kölbchen.

Physikalische Eigenschaften. Härte 5,75. Spez. Gew. 3,620 (arsenfrei), 3,643—3,662 (arsenhaltig).

Brechungsquotienten: $N_\gamma = 1,915$, $N_\beta = 1,900$, $N_\alpha = 1,899$.[1])

Doppelbrechung positiv: $N_\gamma - N_\alpha = 0,016$.

Pleochroismus $a : c . b$ dunkelbraungelb } für Platten von 0,9 mm.
" c goldgelb }

G. Cesàro und Abraham[1]) geben den Pleochroismus als Null an.

Die physikalischen Eigenschaften und besonders die optischen wechseln mit dem Arsengehalt des Ardennits.

Paragenesis. Der Ardennit wird gefunden: 1. in riefigen Teilen im Quarzgang, 2. in kleinen Kriställchen, Apatit begleitend, 3. in mikroskopischen Kristallen, im Quarz eingeschlossen. Diese drei Vorkommenarten findet man in der Nähe von Salm-Chateau, bei Ottrez (Belgische Ardennen). Die ardennithaltigen Quarzgänge befinden sich in rotem hämatit- und manganhaltigem Schiefer. Es ist also ein Mineral der kristallinischen Schiefer, wahrscheinlich aus wäßriger Lösung gebildet.

Barium- und Strontiumsilicate.

Von **C. Doelter** (Wien).

Barium kommt in vielen Silicaten, wie aus der Betrachtung der bisher behandelten Silicate hervorgeht, in ganz kleinen Mengen vor, ebenso enthalten auch manche kleine Mengen von Strontium. Dagegen ist die Anzahl derjenigen Silicate, welche Barium als Hauptbestandteil enthalten, eine sehr geringe. Strontium kommt eigentlich als solcher Hauptgemengteil nur in einem Silicat, dem zu den Zeolithen gehörigen Mineral Brewsterit vor.

Die wichtigsten Bariumsilicate gehören entweder den Feldspaten, also den wasserfreien Silicaten, oder den Zeolithen, also wasserhaltigen an. Ein weiteres Aluminium-Bariumsilicat ist der Barylith; ein Eisen-Bariumsilicat ist der Taramellit.

[1]) G. Cesàro u. Abraham, Mém. de la Soc. Géol. de Belgique **1908**, 197.

Bariumfeldspate.

Der wichtigste Bariumfeldspat ist der mit Orthoklas isomorphe Hyalophan, welcher außer dem Barium noch das Metall Kalium enthält. Auch ein trikliner, mit Albit isomorpher Plagioklas, der „Celsian", ist bekannt.

Hyalophan.

Varietät: Cassinit.

Monoklin-prismatisch.

$a:b:c = 0{,}6584:1:0{,}5512$; $\beta = 115^0 35'$ (nach P. Groth),

$a:b:c = 0{,}658395:1:0{,}55121$; $\beta = 64^0 25' 15''$ (nach Obermayer).

Analysen.

Da die Zusammensetzung der einzelnen Hyalophane untereinander nicht sehr abweicht und auch die Zahl der Analysen keine sehr große ist, so kann von einer besonderen Einteilung abgesehen werden und nur ein Vorkommen von den übrigen, der stark kalkhaltige von Jakobsberg muß besonders gestellt werden.

	1.	2.	3.	4.
Na_2O	0,49	0,55	2,14	10,03 [1]
K_2O	8,23	9,25	7,82	
MgO	0,73	0,84	0,04	0,10
CaO	0,77	0,87	0,46	0,65
BaO	21,33	15,11	15,05	14,82
Al_2O_3	19,14	21,50	21,12	22,08
SiO_2	45,65	51,30	52,67	51,84
H_2O	0,54	0,58	0,58	0,48
SO_3	4,12	—	—	—
	101,00	100,00	99,88	100,00

1. Von Imfeld, Binnental (Wallis, Schweiz), in Drusenräumen des bekannten feinkörnigen weißen Dolomits; anal. Urlaub, Pogg. Ann. **100**, 549 (1859). (Analyse scheint an unreinem Material ausgeführt.)
2. Dieselbe Analyse nach Abzug des Bariumsulfates nach C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 576.
3. Von ebenda; anal. Stockar-Escher bei A. Kenngott, Übers. Miner. Forsch. 1856/57, 107.
4. Von ebenda; anal. Th. Petersen, N. JB. Min. etc. 1867, 102.

	5.	6.	7.
Na_2O	6,02	12,47	6,55
K_2O			8,61
MgO	1,30	1,52	—
CaO	0,40	1,00	0,95
BaO	9,58	1,26	2,63 [2]
FeO	5,00	—	2,27
MnO			
Al_2O_3	15,80	29,60	21,04
SiO_2	61,90	54,15	59,69
	100,00	100,00	101,74

5. u. 6. Auf den Manganerzlagerstätten der Sjögrufvan in Grythyttan (Schweden); anal. L. J. Igelström, Geol. För. Förh. **10**, 417 (1883); Bull. soc. chim. **12**, 263 (1889); Z. Kryst. **15**, 628 (1888).

[1]) Aus der Differenz bestimmt. [2]) Darin 0,36% SrO.

5. Rote derbe Massen.
6. Weiße blätterige Aggregate. (Ist wohl ein bariumhaltiger Orthoklas).
7. Aus Nephelinit von Meiches (Hessen); anal. A. Knop, N. JB. Min. etc. 1865, 674.

Kalkreiche Hyalophane.

	8.	9.	10.
Na_2O	9,06	11,71 [1])	11,21 [2])
MgO	3,10	3,23	
CaO	4,28	—	13,50
MnO	—	Spur	—
BaO	9,56	7,30	3,50
Al_2O_3	22,86	23,33	21,09
SiO_2	51,14	53,53	50,00
	100,00	99,10	99,30

8. bis 10. Alle drei von den Manganerzgruben von Jakobsberg Wermland (Schweden); anal. L. J. Igelström, Öfv. Akad. Stockholm 1867, I, 12; Bull. Soc. min. **6**, 139 (1883); Z. Kryst. **10**, 632 (1886).
8. Rötliche Varietät.
9. Grünlichblaue Varietät.
10. Weißlichgraue, undeutlich blätterig, fast dicht.

Cassinit.

	11.	12.
δ	2,642	—
K_2O	8,95	8,57
Na_2O	4,31	4,01
CaO	0,19	0,25
BaO	3,71	3,95
Al_2O_3	19,97	19,82
Fe_2O_3	0,12	0,17
SiO_2	62,60	62,95
Glühverl.	0,19	0,11
	100,04	99,83

11. Von Blue Hill, Delaware Cy. (Pennsylv.); anal. F. A. Genth, Am. Proc. Ac. Philad. 1866.
12. Von ebenda; anal. E. S. Sperry bei S. L. Penfield u. E. S. Sperry, Am. Journ. **36**, 317 (1888); Z. Kryst. **17**, 409 (1890).

Barytplagioklas.

Ein unbenannter Barytfeldspat, welcher triklin kristallisiert, wurde von A. Des Cloizeaux untersucht:

Analyse.

Na_2O	7,45
K_2O	0,83
MgO	0,56
CaO	1,83
BaO	7,30
Al_2O_3	23,20
Fe_2O_3	0,45
SiO_2	55,10
Glühverl.	3,72
	100,44

[1]) Alkalien. [2]) Magnesia und Alkalien.

Von unbekanntem Fundort; anal.. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, N. JB. Min. etc. 1877, 502; Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1877, 99; Bull. Soc. min. 1, 84 (1877).

Eigenschaften. Dichte 2,835. Farblos, durchsichtig bis durchscheinend. Optische Eigenschaften entsprechen jenen des Albits oder Oligoklases. $2H_a = 92°10'$; $2H_o = 100°34'$ Auslöschung auf $P = 5$, auf $P/M = 7^1/_2$.

Celsian (Bariumanorthit).

Analyse.

Na_2O	0,16
K_2O	0,22
MgO	0,11
CaO	0,23
BaO	39,72
Al_2O_3	26,55
Fe_2O_3	0,12
SiO_2	32,43
H_2O	0,64
F	0,64
	100,82
$O = F_2$	0,27
	100,55

Aus der Manganerzgrube von Jakobsberg (Schweden); anal. R. Mauzelius bei Hj. Sjögren, Geol. För. Förh. **17**, 578 (1895); Z. Kryst. **28**, 512 (1897).

Formel: $RO : R_2O_3 : SiO_2 = 0{,}95 : 0{,}97 : 2$

oder $BaAl_2Si_2O_8$.

C. F. Rammelsberg[1]) hat einige Analysen berechnet:

Fundorte	Analytiker	Al : Si	$\overset{I}{R} : \overset{II}{R}$	Ba : Ca
Sjögrube	L. J. Igelström	2 : 3,0	4,5 : 1	1 : 6,2
Binnental	Stockar-Escher	2 : 4	2,2 : 1	12,5 : 1,0
Binnental	Th. Petersen	2 : 4		
Jakobsberg	L. J. Igelström	2 : 3,9	3,6 : 1	1 : 1,7
Meiches	A. Knop	2 : 4,4	0,5 : 1	1 : 2,8
Blue Hills	F. A. Genth	2 : 5,4	12 : 1	8 : 1
Blue Hills	E. S. Sperry	2 : 5,5	12 : 4	5 : 1

Er hält den Hyalophan vom Binnental für eine Mischung von Orthoklas und Barytanorthit (Celsian):

$$\left\{ \begin{array}{l} K_2Al_2Si_6O_{16} \\ BaAl_2Si_2O_8 \end{array} \right\}.$$

Die nach dieser Formel berechnete Zusammensetzung wäre:

Na_2O	1,95
K_2O	7,34
BaO	15,84
Al_2O_3	22,33
SiO_2	52,55

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 1895, 364.

Der Feldspat von Meiches entspricht der Formel:

$$\left\{\begin{array}{l} 4\overset{I}{R}_2Al_2Si_6O_{16} \\ 2\overset{I}{R}_2Al_2Si_2O_8 \\ \overset{II}{R}Al_2Si_2O_8 \end{array}\right\}.$$

Das erste Glied ist ein kalihaltiger Albit, während das zweite und dritte einen Plagioklas darstellt.

Der Hyalophan von Blue Hills hätte die Formel:

$$\left\{\begin{array}{l} 2Na_2Al_2Si_6O_{16} \\ 4K_2Al_2Si_6O_{16} \\ BaAl_2Si_2O_8 \end{array}\right\}.$$

C. F. Rammelsberg scheint also den Barytfeldspat nicht als ein Silicat, ähnlich dem Orthoklas: $BaAl_2Si_6O_{16}$, sondern als Bariumanorthit: $BaAl_2Si_2O_8$ aufzufassen.

P. Groth[1]) schreibt die Formel des Hyalophans:

$$\left\{\begin{array}{l} KAlSi_2SiO_8 \\ BaAlAlSi_2O_8 \end{array}\right\}$$

Es wird also angenommen, daß ein Barytfeldspat $BaAl_2Si_6O_{16}$ nicht existiert, sondern Barytanorthit:

$$BaAl_2Si_2O_8.$$

Die später zu erwähnenden Versuche zeigen, daß Mischungen von Orthoklas mit Bariumanorthit darstellbar sind.

S. L. Penfield und E. S. Sperry berechnen aus den Analysen des Vorkommens von Blue Hills: ein Verhältnis $Al_2O_3 : RO = 0{,}192 : 0{,}186$, also nahezu 1 : 1. Es ergibt sich:

Na_2O	4,01	8,57
K_2O	—	—
CaO	0,25	—
BaO	—	3,95
Al_2O_3	7,33	12,49
SiO_2	23,64	39,34

Daher besteht nach ihnen der Feldspat aus 64,32% monoklinem (K, Ba)-Feldspat und 35,23% Na, Ca-Feldspat (Albit). Dieser Feldspat wird daher betrachtet als eine Mischung von 35,23% Albit, 51,15% Orthoklas und 3117,% Hyalophan, welchem sie die Formel $BaAl_2Si_4O_{12}$ gaben.

Die Analysen des Hyalophans vom Binnental, von Jakobsberg und des von F. Pisani analysierten Feldspates von unbekanntem Fundort (vgl. S. 397) ergeben ein Verhältnis: $RO : Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 1 : 4$. Dies würde für die zwei ersten Analysen die Formel: $RAl_2Si_4O_{12}$ ergeben, anstatt der Mischung von $K_2Al_2Si_6O_{16}$ und $BaAl_2Si_2O_8$.

Letzteres ist aber doch wahrscheinlicher, da die Zusammensetzung $RAl_2Si_4O_{12}$ für einen Feldspat kaum annehmbar ist.

Man wird also wohl die früher angenommene Mischungsformel für die wahrscheinlichere halten.

[1]) P. Groth, Tabl. syst. Genève 1904, 157.

Eigenschaften. Gut ausgeprägte Spaltbarkeit nach (001), ziemlich deutlich nach (010), weniger deutlich nach (110) und (110). Platten nach (001) zeigen gegen die Kante zu (010) eine Auslöschungsschiefe von 26,45°.

Dichte 3,37. Härte über 6.

Analysen.

Paracelsian.

BaO	34,38	34,56
Al_2O_3	30,23	29,12
Fe_2O_3	0,60	
SiO_2	35,06	35,69
Glühverlust	0,21	0,70
	100,48	100,07

Aus Calcyphyr von Candoglia im Tocetal (Italien); anal. E. Tacconi, Rendiconti Istit. Lombardo di sc. e lett. **28**, 363 (1905); Z. Kryst. **43**, 424 (1907).

Härte 6. Dichte 3,325. Zweiachsig positiv, Doppelbrechung etwas kleiner als Quarz; Brechungsquotient zirka 1,592, $2V = 83° 39'$.

F. Tacconi berechnet die Formel:

$$Ba_3Al_3Si_8O_{31}.$$

Nach weiteren Mitteilungen desselben Forschers ist der Paracelsian mit dem Celsian identisch. R. Acc. d. Linc. **17**, 810 (1908); Z. Kryst. **49**, 68 (1911).

Künstliche Bariumfeldspate.

F. Fouqué und A. Michel-Lévy[1]) haben nach ihrer bei anderen Feldspaten angewandten Methode im Leclerc-Fourquignonofen auch Barium- und Strontiumplagioklase dargestellt. Die zu diesem Zwecke angewandten Mischungen hatten folgende Zusammensetzung:

	Oligoklas	Labradorit	Anorthit
SiO_2	$4^1/_2$	3	2
Al_2O_3	1	1	1
Na_2CO_3	$^5/_8$	$^1/_4$	0
BaO oder SrO	$^3/_4$	$^3/_4$	1

Nach 48 Stunden erhielten sie kristallisierte Schmelzen, welche längliche Kristalle zeigten, es entsprachen der Längsrichtung der Kristalle PM eine optische Elastizitätsachse. Der Bariumfeldspat scheint rhombisch zu kristallisieren, weil die Flächendurchschnitte rechtwinkelig waren. Die Auslöschungsrichtungen waren parallel der Längsrichtung.

Der Strontiumfeldspat zeigt Auslöschungswinkel bis 27°. Die Ebene der optischen Achsen ist bei diesen parallel der Längsrichtung.

Die Dichten waren:

	Strontiumfeldspat	Bariumfeldspat
Anorthit:	2,610;	2,906,
Labradorit:	2,862;	3,333,
Anorthit:	3,043;	3,573.

Alle ritzen Glas. Zwillinge nach dem Albitgesetz kommen nicht vor.

[1]) F. Fouqué und A. Michel-Lévy, Synthèse des minér et roches. Paris 1882, 146.

E. Dittler[1]) hat sich mit der Frage beschäftigt, Mischungen von Kaliumfeldspat und von Bariumfeldspat herzustellen. Er hatte vorher den Einfluß einer Orthoklasbeimengung zu Anorthit untersucht und wollte konstatieren, ob etwa der Einfluß des Orthoklases zu der Celsianmischung ein ähnlicher sei.

Es wurden drei Versuche gemacht mit 1. 91,30, 2. mit 82,31 und 3. mit 53,81 Molprozenten Celsian. Die letzte dieser Mischungen hatte die Formel:

$$2KAlSi_3O_8 = 12BaAl_2Si_2O_8.$$

Diese würde ungefähr der Formel des Hyalophans entsprechen.

Es bildeten sich Kristalle, welche den Mischungen entsprachen. Die Achse der größten Elastizität ist die Längsrichtung. Bei den zwei ersten Mischungen hatten sich zonenförmige Kristalle gebildet, wie bei den Mischungen von Anorthit und Orthoklas. N_β lief von 1,589 zu 1,546, also von Celsian zu Hyalophan. Nur bei der dritten Mischung bildeten sich keine Zonenkristalle.

Das Kristallisationsvermögen des Celsians ist viel geringer als das des Anorthits.

E. Dittler hat bei dieser Gelegenheit auch Mischkristalle des Orthoklases mit analogen Li-, Rb- und Cs-Feldspaten dargestellt.

Baryllith.

Wahrscheinlich rhombisch. $a:b:c = 0{,}4084:1:?$ (M. Weibull).[2])

Analysen.

	1.	2.
MgO . . .	0,27	—
CaO . . .	0,68	—
CuO . . .	0,09	—
BaO . . .	46,23	49,45
PbO . . .	0,93	—
Al_2O_3 . . .	16,02	16,61
Fe_2O_3 . . .	0,98	—
Bi_2O_3 . . .	0,19	—
SiO_2 . . .	34,36	33,94
Glühverlust .	0,15	—
	99,90	100,00

1. Mit Hedyphan zusammen im kristallinem Kalkstein zu Langban in Wermland (Schweden); anal. C. W. Blomstrand, Geol. För. Förh. **3**, 128 (1876).
2. Theoretische Zusammensetzung nach C. Hintze.

Formel. $Ba_4Al_4Si_7O_{24}$.

Eigenschaften. Zwei deutliche Spaltrichtungen, welche sich unter einem Winkel von ca. 84° schneiden. Härte 7. Dichte 4,03. Milchweiß. Mittlerer Brechungsquotient $N_\beta = 1{,}685$. Doppelbrechung $N_\gamma - N_\alpha = 0{,}014$.[1])

Vor dem Lötrohre unschmelzbar. Von Säuren nicht angegriffen.

[1]) E. Dittler, Tsch. min. Mit. **30**, 122 (1911).
[2]) M. Weibull, Geol. För. Förh. 1900, 17; Z. Kryst. **36**, 190 (1902).

Taramellit.

Analyse.

BaO	37,32
FeO	4,47
Fe_2O_3	21,54
SiO_2	36,56
	99,89

Im körnigen Kalk von Candoglia im Tocetal, mit Magneteisen, Pyrit, Celsian, Pyroxen und Amphibol; anal. F. Tacconi, R. Acc. d. Linc. **17**, 810 (1908); Z. Kryst. **49**, 67 (1911).

Formel. F. Tacconi berechnet aus seiner Analyse die Formel:

$$Ba_4\overset{II}{Fe}\overset{III}{Fe_4}Si_{10}O_{31}$$

oder

$$Ba_4\overset{II}{Fe}(FeO)\overset{III}{Fe_3}(SiO_3)_{10}.$$

Eigenschaften. Dichte 3,293. Härte 5,5. Braunrot, Seiden- bis Fettglanz, Spaltblättchen zeigen Pleochroismus. $2E = 75^0 40'$. Brechungsquotient höher als 1,74. Doppelbrechung nicht sehr stark.

Vor dem Lötrohre schmilzt das Mineral sehr leicht und liefert eine glasige, rötlich-schwarze, nicht magnetische Kugel.

Von Säuren unzersetzbar.

Bariumzeolithe.

Der Harmotom ist ein reiner Bariumzeolith mit kleinen Mengen von Kalium, Natrium und Cäsiumverbindungen. Der Wellsit ist ein Calcium-Bariumzeolith. Der Brewsterit stellt eine Mischung einer Bariumverbindung mit einer analogen Strontiumverbindung und geringen Mengen einer Calciumverbindung von analoger Formel dar.

Ein reiner Bariumzeolith ist der Edingtonit, dem Skolecit und Natrolith isomorph.

Harmotom.

Synonyma: Kreuzstein (Staurolith z. T.), Andreasbergolit, Andreolite, Ereinit.

Varietät: Morvenit.

Monoklin-prismatisch. $a:b:c = 0,7031:1:1,2130$; $\beta = 124^0 50'$ nach P. Groth. Desmin, Phillipsit, Harmotom und Wellsit sind isomorph.

Analysen.

Da die Schwankungen in den Gehalten der Bestandteile geringe sind, so ist eine Einteilung nach chemischen Gesichtspunkten unzulässig. Es wurden zuerst die alten, dann die neueren Analysen angeführt.

Alte Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
K_2O . . .	1,02	1,12	—	—	2,07	—
CaO . . .	0,26	1,80	—	—	—	1,98
BaO . . .	20,32	20,09	19,22	20,09	20,08	17,50
Al_2O_3 . . .	16,82	16,42	17,65	16,83	16,35	15,80
SiO_2 . . .	46,63	45,50	48,74	48,68	48,49	45,80
H_2O . . .	15,03	15,00	14,66	14,68	13,00	16,66
	100,08	99,93	100,27	100,28	99,99	97,74

1. u. 2. Beide von Andreasberg; anal. Köhler, Pogg. Ann. **37**, 561 (1831).
3. Von ebenda; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1860, 821.
4. Von ebenda; anal. wie oben.
5. Von ebenda; Pogg. Ann. **110**, 624 (1860).
6. Von ebenda; anal. Br. Kerl, Bg.- u. hütt. Z. **7**, 19 (1853).

	7.	8.	9.	10.	11.
Na_2O	—	0,74	—	0,80	1,09
K_2O	0,90	0,81	—	0,78	1,00
CaO	0,63	—	—	—	—
BaO	20,81	20,86	20,45	21,06	20,25
Al_2O_3	16,41	16,39	16,71	15,68	16,94
Fe_2O_3	—	0,65	0,56	0,51	—
SiO_2	46,10	47,60	47,59	47,74	47,52
H_2O	15,11	14,16	14,16	13,19	13,45
	99,96	101,21	99,47	99,76	100,25

7. Von Strontian, aus Granitgängen; anal. Köhler, Pogg. Ann. **37**, 561 (1836).
8. Von ebenda; anal. A. Damour, Ann. mines **9**, 339 (1846).
9. Von ebenda; anal. wie oben.
10. Von ebenda; anal. wie oben.
11. Von ebenda; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **110**, 624 (1860).

	12.	13.	14.	15.
Na_2O	—	—	—	0,84
K_2O	1,10	—	2,55	0,88
CaO	1,10	1,08	3,18	0,10
BaO	19,12	17,59	14,27	20,85
Al_2O_3	16,54	19,28	15,10	15,24
Fe_2O_3	—	0,85	—	0,24
SiO_2	46,65	44,79	48,73	47,04
H_2O	15,24	15,32	14,00	14,92
	99,75	98,91	97,83	100,11

12. Aus Mandelstein von Oberstein a. d. Nahe; anal. Köhler, Pogg. Ann. **37**, 561 (1836).

13. Aus Drusen des Basaltes vom Schiffenberg (Hessen); anal. Wernekinck, Gilberts Ann. **76**, 167 (1824).

14. Von Strontian (Argyleshire, Schottl.), auf Granitgängen; anal. J. Thomson, Ann. N. York **9** (1828).

15. Von ebenda; anal. Connel, Edinburgh, N. Phil. Journ. **26**, 33 (1832).

Neuere Analysen.

	16.	17.	18.
Na_2O	1,71	1,75	—
K_2O	0,48	0,50	1,10
MgO	0,13	0,14	1,10
CaO	Spur	Spur	
BaO	18,98	19,39	19,12
Al_2O_3	15,80	16,14	16,54
Fe_2O_3	0,09	0,09	
SiO_2	47,42	48,46	46,65
H_2O	15,14	13,29	15,25
	99,75	99,76	99,76

16. bis 18. Sämtliche aus dem Idartale bei Oberstein a. d. Nahe; anal. W. Fresenius, Z. Kryst. **3**, 61 (1879).

	19.	20.	21.	22.
Na_2O	0,82	—	—	—
K_2O	0,68	—	0,62	—
CaO	0,30	—	—	2,25
BaO	20,37	22,34	20,17	21,18
Al_2O_3	16,04	16,79	17,42	17,16
SiO_2	46,74	45,72	48,02	46,36
H_2O	15,05	15,18	13,77	14,54
	100,00	100,03	100,00	101,49

19. Von Andreasberg (Harz); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 613 (1883).
20. Von ebenda; anal. C. Hersch, Inaug.-Diss. Zürich 1887, 19.
21. Von Strontian (Argyleshire, Schottl.), auf Gängen in Granit, in der Nähe am Kontakt mit Gneis; anal. Reynolds, Quart. Journ. geol. soc. **27**, 341 (1871).
22. Von Thunder Bay, Canada, aus der Beaver Mine in O'Connor Township; anal. G. C. Hoffmann, Ann. rep. geol. surv. of Canada 1892, 5; Z. Kryst. **23**, 507 (1894).

	23.	24.	25.	26.
K_2O	1,58	1,60	1,59	—
BaO	20,22	20,16	20,19	20,59
Al_2O_3	16,42	16,46	16,44	16,74
SiO_2	48,46	48,55	48,51	46,97
H_2O	13,81	13,77	13,79	14,98
	100,49	100,54	100,52	

23. bis 26. Sämtliche aus Strontian.
23. u. 24. Anal. G. Stoklossa, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **42**, 34 (1918).
25. Mittel aus den beiden Analysen.
26. Anal. J. Bruckmoser bei G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **116**, I, 1655 (1907).

Wassergehalt. Bei Harmotom sind verhältnismäßig nur wenig Untersuchungen über den Wassergehalt zu verzeichnen. W. Fresenius[1]) fand bei steigenden Temperaturen folgenden Wassergehalt im Harmotom von Oberstein, wobei die Mengen an ein Gramm wasserfreie Substanz gebunden sind:

20°	50°	100°	190°	Rotglut
0,1806, 0,1771, 0,1783	0,1731	1532	0,0697	0,001

[1]) W. Fresenius, Z. Kryst. **3**, 65 (1879).

Vor kurzem untersuchte G. Stoklossa[1]) die Wasseraufnahme von frischem Harmotom an feuchter Luft.

Versuchsdauer	Wassergehalt in Proz.	Wassergehalt in Molen
14 Tage	14,06	4,86
28 „	14,27	4,91
42 „	14,48	4,95
70 „	14,59	4,97
91 „	14,66	4,98
98 „	14,67	4,98
105 „	14,67	4,98

Bei 210° entwichen 10,87% oder 3,83 Mol, bei 240° nach einem weiteren Tage 11,96% oder 4,20 Mole, nach nochmaliger Steigerung auf 255° sank der Wassergehalt nach zwei Tagen auf 0,75% oder 0,28 Mol.

Die so erhaltene Substanz wurde der Wässerung unterzogen, indem von 17° an bis 305° die Wasseraufnahme bestimmt wurde.

Die einzelnen Werte sind im Original einzusehen. Als Resultat ergibt sich nach G. Stoklossa eine Treppenkurve, wobei 10 verschiedene Hydrate sich ergeben würden:

Temperatur	Wassergehalt in Proz.	Wassergehalt in Molen	Abgerundete Zahlen	Beständigkeits-intervall
17°	14,67	4,98		
35— 52	12,92—12,80	4,51—4,48	9 Mol.	17 Grad
73— 80	11,56—11,43	4,07—4,03	8 „	7 „
90—104	9,88—9,67	3,55—3,49	7 „	14 „
124—138	8,36—8,25	3,03—3,00	6 „	14 „
154—165	6,71	2,49—2,49	5 „	11 „
186—204	5,40—5,27	2,03—1,99	4 „	18 „
220—238	4,00—3,86	1,53—1,49	3 „	18 „
255—267	2,65—2,59	1,01—1,00	2 „	12 „
285—298	1,27—1,21	0,51—0,49	1 „	13 „
305	0,87	0,34		

Wenn auch anscheinend bei gewissen Temperaturintervallen ein Stillstand in der Wasseraufnahme vorzuliegen scheint, woraus eine scheinbare Treppenkurve resultieren würde, so läßt sich doch ohne eine entsprechende Entwässerungskurve ein Urteil nicht abgeben. Es bestehen dieselben Bedenken, wie bei den früher behandelten Zeolithen Heulandit, Desmin, Skolezit. Namentlich die früher (vgl. S. 181) angeführten Einwürfe von O. Weigel dürften auch hier gültig sein und eine Nachprüfung der Resultate, welche für Harmotom sich ergeben, dürfte die Resultate G. Stoklossas nicht als richtig erscheinen lassen.

Formel.

Es ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß das Wasser des Harmotoms nicht chemisch oder teilweise als Kristallwasser gebunden ist, sondern es dürfte, wie bei anderen Zeolithen das Wasser als feste Lösung oder als Adsorptionswasser vorhanden sein.

Bei der Temperatur von 17° beträgt der Wassergehalt zirka 5 Moleküle.

[1]) G. Stoklossa, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **42**, 36 (1918).

C. F. Rammelsberg[1]) hat eine Anzahl von Analysen berechnet. Diese Analysen und einige neuere hat G. Stoklossa wieder berechnet. Ich gebe hier seine Tabelle:

Fundort	Analytiker	SiO : Al_2O_3 : BaO : H_2O
Eschwege	J. Stromeyer	5,02 : 1,00 : 0,68 : 3,68
Strontian	J. E. Reynolds	4,68 : 1,00 : 0,86 : 4,45
Schiffenberg	Wernekinck	3,90 : 1,00 : 0,70 : 4,46
Andreasberg	C. F. Rammelsberg	5,02 : 1,00 : 0,96 : 0,50
Strontian	C. F. Rammelsberg	4,76 : 1,00 : 0,86 : 4,52
Oberstein	W. Fresenius	5,04 : 1,00 : 0,68 : 4,68
Andreasberg	C. F. Rammelsberg	4,68 : 1,00 : 0,73 : 4,70
Strontian	A. Damour	5,15 : 1,00 : 0,95 : 4,75
Strontian	G. Stoklossa	5,02 : 1,00 : 0,93 : 4,80
Strontian	A. Damour	4,83 : 1,00 : 0,82 : 4,82
Thunder Bay	C. G. Hoffmann	4,65 : 1,00 : 1,06 : 4,82
Andreasberg	C. F. Rammelsberg	4,92 : 1,00 : 0,80 : 4,94
Strontian	A. Damour	4,99 : 1,00 : 0,80 : 4,94
Andreasberg	Köhler	4,70 : 1,00 : 0,90 : 5,04
Andreasberg	C. Herrsch	4,92 : 1,00 : 0,89 : 5,10
Andreasberg	Köhler	4,68 : 1,00 : 1,09 : 5,19
Strontian	J. Thomson	5,50 : 1,00 : 1,19 : 5,20
Strontian	Köhler	4,75 : 1,00 : 0,98 : 5,21
Oberstein	Köhler	4,80 : 1,00 : 0,97 : 5,25
Oberstein	W. Fresenius	5,03 : 1,00 : 0,84 : 5,40
Strontian	Connel	5,22 : 1,00 : 0,98 : 5,58
Andreasberg	Br. Kerl	4,91 : 1,00 : 0,96 : 5,95

C. F. Rammelsberg berechnet aus den Analysen:

$$BaAl_2Si_5O_{14} . 5H_2O$$

und

$$\overset{I}{R}_2Al_2Si_5O_{14} . 5H_2O.$$

G. Stoklossa nimmt die Formel an:

$$Ba_2Al_4Si_{10}O_{28} . 10H_2O.$$

P. Groth[2]) schreibt:

$$Si_6O_{16}Al_2(Ba, Ca, K_2, Na_2) . 6H_2O,$$
$$Si_4Al_2O_{16}Al_2(Ba, Ca, Na_2, K_2) . 6H_2O.$$

G. Tschermak[3]) hat auch den Harmotom in den Bereich seiner Studien gezogen. Er berechnet nur vier der neueren Analysen und findet, daß die Verhältniszahlen sich denen der Formel:

$$H_{10}BaAl_2Si_5O_{19}$$

nähern. Das wäre die von G. Stoklossa angenommene Formel. Die ent-

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1894, 377; siehe auch Z. Dtsch. geol. Ges. **36**, 245 (1884).
[2]) P. Groth, Tabl. systém. Genève, 1904, 168.
[3]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 614.

sprechenden Zahlen liegen zwischen jenen des Desmins und des Phillipsits. Die bariumhaltigen Verbindungen sind:

$$Si_6Al_2BaH_{14}O_{23}$$
$$Si_6Al_2BaH_{10}O_{21}$$
$$Si_4Al_2BaH_{10}O_{17}$$
$$Si_4Al_2BaH_8O_{16}.$$

Nimmt man die Formel, welche den meisten Analysen entspricht, so wird man bei Verdoppelung der Formel 5 Mol. Wasser anzunehmen haben und man kann die oben gegebene Formel von G. Stoklossa annehmen. Dies ist auch die von C. F. Rammelsberg seinerzeit angenommene Formel.

Physikalische Eigenschaften.

Spaltbar ziemlich deutlich nach (010), weniger nach (001). Bruch uneben bis unvollkommen muschelig. Spröde. Härte 4 bis 5. Dichte 2,45 bis 2,50. Glasglänzend, halbdurchsichtig bis durchscheinend. Meist farblos bis weiß, aber manchmal auch grau, gelblich, bräunlich oder rötlich.

Optische Konstanten. A. Des Cloizeaux[1]) bestimmte am Morvenit $2H_a = 87^\circ 2'$ für Rot, jedoch bei verschiedenen Kristallen schwankend: $2H_a = 89^\circ 40'$; $2V = 85^\circ 52'$:

$N_\beta = 1{,}516$. An Kristallen von Andreasberg bestimmte er $2H_a = 86^\circ 31'$, $90^\circ 12'$, $92^\circ 10'$ für Rot.

A. Michel-Lévy und A. Lacroix[2]) fanden an Kristallen von Strontian: $N_\alpha = 1{,}503$; $N_\beta = 1{,}506$; $N_\gamma = 1{,}508$. (Alle Werte für Natriumlicht.)

F. Rinne[3]) hat die Veränderungen der optischen Eigenschaften beim Erwärmen untersucht und fand, daß bei Kristallen von Andreasberg in bis zum Trübwerden erhitzten Platten sich die optische Achsenebene der Basis von 72 auf 25° nähert, wobei die Doppelbrechung zunimmt.

A. Des Cloizeaux[4]) beobachtete beim Erwärmen auf 160° C Drehung der Achsenebene und Verkleinerung der Apertur.

Chemische Eigenschaften.

Vor dem Lötrohre schmilzt er ruhig, aber schwer zu weißer Kugel, unter Gelbfärbung der Flamme. Im Kölbchen wird er milchig und gibt Wasser ab.

Mit verdünnter Schwefelsäure Niederschlag. Durch konzentrierte Salzsäure leicht unter Abscheidung pulveriger Kieselsäure zersetzbar. Nach V. Goldschmidt[5]) zeigt er keine Strontianreaktion, wenigstens bei den Vorkommen von Andreasberg, Dumbarton und Oberstein. Nach A. Kenngott,[6]) deutliche, wenn auch schwache alkalische Reaktion.

---

[1]) A. Des Cloizeaux, Man. de Min. 1862, 414.
[2]) A. Michel-Lévy u. A. Lacroix, Min. des roches, 1888.
[3]) F. Rinne, Sitzber. Berliner Ak. 1890, 1181.
[4]) A. Des Cloizeaux, Nouv. Rech. 1867, 571; Bull. Soc. min. St. Petersburg **8**, 10 (1868).
[5]) V. Goldschmidt, Z. f. anal. Chem. **17**, 267; Z. Kryst. **9**, 574 (1897).
[6]) A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 430.

J. Bruckmoser[1]) untersuchte die bei der Zersetzung durch Salzsäure entstandene Kieselsäure; angewandt wurde das Vorkommen von Andreasberg; die größeren Körner bildeten Pseudomorphosen von Kieselsäure nach Harmotom. Die abgeschiedene Kieselsäure hatte die Zusammensetzung $H_8Si_5O_{14}$. Der Verfasser stellt auch eine Hypothese über die Konstitution des Harmotoms auf; er nimmt die Möglichkeit der Existenz einer Gruppe HOAlOROAlOH an.

Nach G. Friedel[2]) nimmt Harmotom nach dem Erhitzen, wenn er einem Strome von Ammoniak ausgesetzt wird, so heftig dieses Gas auf, daß er dekrepitiert.

Versuche von J. Lemberg.

Harmotom mit einer Lösung von Calciumsulfat und Chlornatrium durch sechs Monate behandelt, bei einer Temperatur von 100°, hatte nur sehr wenig Kalk und Natron anstatt des Baryts aufgenommen.[3])

Im Gegensatze dazu setzt sich Harmotom mit Kalisalzen sehr rasch um. Harmotom von Andreasberg[4]) mit Chlorkaliumlösung durch $1^1/_2$ Monate bei 100° behandelt, ergab die unter 1 angeführten Zahlen.

	1.	2.
Na_2O	1,10	11,00
K_2O	16,06	—
BaO	0,21	0,30
Al_2O_3	18,67	18,80
SiO_2	52,20	52,64
H_2O	12,76	17,26
	100,10	100,00

Die unter 2 angeführten Zahlen ergaben sich bei Behandlung von Harmotom von Andreasberg mit Chlornatriumlöung bei 100°.

Der bei Versuch[5]) 1 dargestellte Kalium-Harmotom wurde mit Chlornatriumlösung durch 491 Stunden bei 200—210° C behandelt, wobei sich ein Analcim bildete und die eckigen Stücke des Pulvers in runde Körner überführt wurden.

Die Zahlen sind unter 3 mitgeteilt.

Durch 14 tägige Behandlung mit Chlorkaliumlösung ging dieser Analcim in einen Leucit über (Zahlen unter 4).

	3.	4.
Na_2O	12,61	—
K_2O	—	19,33
Al_2O_3	21,05	21,63
SiO_2	57,75	58,33
H_2O	8,59	0,71
	100,00	100,00

Vorkommen und Genesis.

Harmotom findet sich hauptsächlich auf Erzgängen, zumeist mit Kalkspat, auch mit Quarz zusammen.

[1]) J. Bruckmoser, Sitzber. Wiener Ak. **116**, I, 1653 (1907); Z. Kryst. **47**, 695 (1910).
[2]) G. Friedel, Bull. Soc. min. **19**, 94 (1896); Z. Kryst. **29**, 419 (1908).
[3]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 556 (1878).
[4]) Derselbe, ebenda **35**, 613 (1883).
[5]) Derselbe, ebenda **37**, 986 (1885).

Auch in Mandelsteinen, Basalten, Melaphyren, auch Phonolithen und Trachyten fehlt er nicht. Bemerkenswert ist sein Vorkommen mit Chabasit. J. Lemberg[1]) hat sich über das Zusammenvorkommen beider Mineralien geäußert, wobei er eine ähnliche Formel beider annimmt und auch auf das Vorkommen von Spuren von Barium und Strontium im Chabasit hinweist. Gewässer, welche Chabasit absetzen, erlangen durch Bariumzutritt die Fähigkeit, Harmotom abzusetzen. Harmotombildende Gewässer erhalten bei Zutritt von Kalksalzen die Fähigkeit, Harmotom abzusetzen.

Versuche zur synthetischen Darstellung von Harmotom fehlen; wir sind daher auch über die Temperaturen, innerhalb welcher sich etwa Harmotom abscheidet, im unklaren.

Jedenfalls ist anzunehmen, daß er sich, ähnlich wie Chabasit, aus heißen Lösungen absetzt. Beachtenswert ist sein Fehlen auf Barytgängen.

Edingtonit.

Tetragonal-sphenoidisch. $a:c = 1:0,6725$ (W. Haidinger) oder Rhombisch-bisphenoidal. $a:b:c = 0,9867:1:0,6743$. (Nach O. Nordenskjöld u. P. Groth.)

Synonyma: Antiëdrit, Brythinspat.

Analysen.

Alte Analysen.

	1.	2.
Na_2O	Spur	1,04
CaO	Spur	1,17
BaO	26,84	25,38
Al_2O_3	22,63	21,85
SiO_2	36,98	37,50
H_2O	12,46	13,06
	98,91	100,00

1. Bei Old Kilpatrik Dumbartonshire (Schottl.) auf einer Thomsonitstufe; anal. Turner bei W. Haidinger, Pogg. Ann. **5**, 193 (1825); Brewster Edinburgh Journ. **3**, 316 (1825).

2. Von ebenda, mit Harmotom (ohne Thomsonit); anal. F. Heddle, Phil. Mag. **9**, 179 (1855).

Neuere Analysen.

	3.
δ	2,782
Na_2O	0,20
K_2O	0,21
CaO	0,16
BaO	29,99
MnO	0,06
Al_2O_3	20,06
Fe_2O_3	0,04
SiO_2	36,37
H_2O	13,12
	100,21

[1]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 556 (1878).

3. Von Bölet (Schweden); anal. G. Lindström, Z. Kryst. **28**, 512 (1895); Geol. För. Förh. **17**, 597 (1895).

Formel. Die älteren Analysen führen zu der Formel:

$$BaAl_2Si_3O_{10} . 3H_2O.$$

P. Groth schreibt diese:

$$(SiO_3)_3Al(Al . 2OH)Ba . 2H_2O.$$

G. Tschermak[1]) berechnet die Analyse von G. Lindstöm, welche das Verhältnis ergibt

$$Si : Al : Ba : Na : H = 3{,}07 : 2 : 1{,}01 : 0{,}05 : 7{,}42.$$

G. Tschermak schließt, da das Verhältnis H:Al sich keiner geraden Zahl nähert, auf eine komplizierte Zusammensetzung oder auf eine Mischung, jedoch lassen sich die Komponenten aus der Lindströmschen Analyse nicht berechnen. Er versucht die Formel:

$$Si_3Al_2BaH_6O_{13} . H_2O$$

durch Vergleich der dieser Formel zukommenden Zusammensetzung zu erfahren. Er nimmt an, daß die kleinen Mengen von Ca und Na in Skolezit- und Natrolithsilicat vorhanden sind, und ferner nimmt er an, daß von ersterem Silicat 1 % und von letzterem 2 % vorhanden sind.

Nimmt man ferner an, daß der gefundene Wassergehalt um ein geringes größer ist, als der ursprüngliche, wenn das Verhältnis 7H:2Al das richtige wäre, so hätte man die Formel:

$$Si_6Al_4Ba_2H_{14}O_{27}.$$

Die prozentischen Zahlen der reduzierten Analyse und der Berechnung ergeben:

BaO	31,15	30,70
Al_2O_3	19,94	20,46
SiO_2	36,09	36,32
H_2O	13,03	12,62
	100,21	100,10

Der Wasserverlust bei 100° beträgt etwas mehr, als die Berechnung ergeben würde (5,11 %).

Er nimmt vorläufig die Formel an:

$$Si_3Al_2BaH_6O_{13} . H_2O = SiH_4O_4 . Si_2Al_2BaH_2O_9 . H_2O.$$

G. Lindström stellte keine Formel auf. Bei einer zweiten Wasserbestimmung hatte er 13,08 % gefunden. Von dem Wasser wurden 3,82 % bei 100° abgegeben. Das Wasser wird bei steigender Temperatur allmählich abgegeben und wird, falls das Mineral nicht zu stark erhitzt wird, wieder aufgenommen. Bei weiteren Versuchen zeigte sich, daß das auf 155° erhitzte Mineral, der Feuchtigkeit der Luft ausgesetzt, unter Dekrepitieren Wasser aufnimmt und zu einer wollähnlichen Masse umgewandelt wird. Dabei wurde der ganze Wassergehalt wieder aufgenommen.

[1]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **127**, I, 210 (1918).

Eigenschaften.

Spaltbar vollkommen nach (110). Bruch unvollkommen muschelig bis uneben. Spröde. Härte 4 und etwas darüber.

Dichte 2,7. Das Vorkommen von Bölet ergibt $\delta = 2{,}776$. Das Mineral zeigt Glasglanz und ist durchscheinend bis undurchsichtig. Farbe weiß, grauweiß, rötlich oder braun. Strich weiß. Die Ebene der optischen Achsen ist für das schwedische Vorkommen (010). Nach O. Nordenskjöld[1]) ist

$2E = 86^\circ 51'$ (Lithium-Licht); $87^\circ 17'$ (Na-Licht); $88^\circ 8'$ (Tl-Licht);
$2V = 52^\circ 47'$ (Li-Licht); $52^\circ 55'$ (Na-Licht); $53^\circ 10'$ (Tl-Licht).

Die Brechungsquotienten sind:

	Li-Licht	Na-Licht	Tl-Licht
N_α	= 1,5344 (Li-Licht);	1,5370 (Na-Licht);	1,5401 (Tl-Licht);
N_α	= 1,5361 „	1,5395 „	1,5418 „
N_β	= 1,5466 „	1,5492 „	1,5522 „
N_γ	= 1,5511 „	1,5540 „	1,5566 „

Doppelbrechung nach A. Des Cloizeaux[2]) ziemlich stark und negativ.

Vor dem Lötrohre ziemlich schwer zu farblosem Glas schmelzbar. Im Kölbchen gibt er Wasser ab und wird dabei undurchsichtig. Mit Salzsäure gelatiniert er.

Vorkommen. Kommt mit Thomsonit vor, auch mit Prehnit und Analcim. Über die Genesis läßt sich nur sagen, daß sie im allgemeinen die der Zeolithe ist.

Künstliche Darstellung.

J. Lemberg[3]) erhielt durch Behandlung von künstlichem Natrolith (siehe Bd. II, Abt. 2, S. 325) mit Chlorbariumlösung durch zwölf Tage ein mit dem Edingtonit identes Silicat:

Na_2O	1,04
CaO	1,17
BaO	25,38
Al_2O_3	21,85
SiO_2	37,50
H_2O	13,06
	100,00

Wellsit.

Monoklin-Holoedrisch.

$a:b:c = 0{,}768:1:1{,}245$. $\beta = 54^\circ 27''(126^\circ 33')$. Isomorph mit Harmotom Phillipsit und Desmin.

[1]) O. Nordenskjöld, Bull. Soc. min. **18**, 396 (1895); Z. Kryst. **27**, 629 (1897).
[2]) A. Des Cloizeaux, Man. de Min. 1862, 429.
[3]) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 553 (1876).

Analysen.

	1.	2.	3.	4.
Na_2O	3,40	—	—	3,40
K_2O	1,80	—	—	1,80
MgO	—	0,61	0,62	0,62
CaO	—	5,76	5,84	5,80
SrO	—	1,12	1,18	1,15
BaO	—	5,00	5,15	5,07
Al_2O_3	—	25,04	24,89	24,96
SiO_2	—	43,62	44,11	43,86
H_2O	—	13,32	13,39	13,35
				100,01

Die Analysen 1—3 stammen von einem korundführenden Gang, welcher Olivinfels durchsetzt, nahe dessen Kontakt mit Gneis von der Buck Creek oder Cullakanee-Mine in Clay Cy. (N. Carolina); anal. J. H. Pratt u. H. W. Foote, Z. Kryst. **28**, 584 (1897).

4. Mittel aus den Analysen.

Formel. Das Verhältnis $SiO_2 : Al_2O_3 : RO : H_2O$ ist $3 : 1,00 : 0,93 : 3,04$ oder $3 : 1 : 1 : 3$.

Daraus berechnet sich die Formel:

$$RAl_2Si_3O_{10} . 3H_2O.$$

Das Verhältnis $BaO : CaO : K_2O + Na_2O = 1 : 3 : 2$.

Wenn man für Na_2O die äquivalente Menge K_2O und für MgO und SrO die äquivalenten von CaO bzw. BaO einsetzt, so ist die theoretische Zusammensetzung:

	5.	6.
K_2O . . .	5,98	6,10
CaO . . .	6,59	7,27
BaO . . .	6,65	6,62
Al_2O_3 . . .	24,54	24,27
SiO_2 . . .	43,12	42,87
H_2O . . .	13,12	12,87
	100,00	100,00

5. Zahlen der reduzierten Analyse.

6. Theoretische Zusammensetzung nach der obigen Formel, wobei 3/7 K_2O, 3/7 CaO, 1/7 BaO ist.

Wassergehalt. Bei der Erhitzung ergeben sich folgende Wasserverluste:

Temperatur	Verlust in Proz.
100°	—
125	1,93
175	1,48
200	0,92
260	2,45
295	1,24
Rotglut	4,96
Auf dem Gebläse	0,33
	13,31

	7.	8.	9.	10.
Na_2O	0,10	0,15	0,12	0,12
K_2O	3,50	3,44	3,56	3,50
MgO	fehlt	fehlt	fehlt	—
CaO	5,70	5,65	5,65	5,67
SrO	0,68	—	0,54	0,61
BaO	4,75	—	4,94	4,84
Al_2O_3	19,02	—	19,26	19,14
Fe_2O_3	—	—	0,12	0,12
SiO_2	49,40	—	—	49,40
H_2O unter 110°	5,23	—	5,27	5,25
H_2O über 110°	—	—	11,53	11,53
				100,18

Sämtliche aus der Umgegend von Simferopol (Krim); anal. A. Fersmann, Trav. Mus. géol. Pierre le Grand, Ac. sc. St. Petersburg **3**, 129 (1909); Z. Kryst. **51**, 292 (1913).

Formel. Hier ergibt sich ein von den früheren Analysen abweichendes Atomverhältnis:

$$H_2O : SiO_2 : RO + R_2O = 4,98 : 4,37 : 0,95.$$

Nach A. Fersmann sind die von J. H. Pratt und H. W. Foote geäußerten Ansichten nicht zutreffend. Die Formel entspricht den Ansichten von W. Fresenius (siehe bei Phillipsit, S. 147). Nach diesen Ansichten hätte der Wellsit die Formel: 3H.Ab + 2H.An.

G. Tschermak berechnet aus der erstgenannten Analyse (Nr. 1) folgendes Verhältnis:

$$Si : Al : Ba, Sr : Ca, Mg : K, Na : H = 2,978 : 2 : 0,181 : 0,487 : 0,533 : 6,07$$

oder nach Vereinigung der Oxyde:

$$Si : Al : Ca : H = 2,978 : 2 : 0,934 : 6,07.$$

Die Zusammensetzung entspricht nach ihm nicht dem Phillipsit, sondern einem calciumreichen Edingtonit. Während aber der Edingtonit von Säuren unter Abscheidung von Orthokieselsäure zersetzbar ist, ist der Wellsit „in starker Salzsäure unter Abscheidung von Kieselsäure löslich, die aber nicht gelatinös ist". Doch stimmt das Verhalten des Wellsits, welcher bei 100° keine Gewichtsabnahme zeigt, wieder nicht mit Phillipsit überein. Er glaubt, daß das untersuchte Pulver nicht homogen war. Es müssen also Kristalle untersucht werden, bevor man den Wellsit als gesichert ansehen kann.

Dagegen ist nach G. Tschermak das von A. Fersmann untersuchte Material ein Phillipsit, welcher Barium und Strontium enthält.

Eigenschaften. Die Kristalle sind spröde und zeigen keine Spaltbarkeit. Viele sind farblos und durchscheinend, andere trüb weiß. Glasglanz. Härte $4^1/_2$. Dichte zwischen 2,278 und 2,366.

Doppelbrechung schwach und positiv. Der Winkel der optischen Achsen $2E$ ist wahrscheinlich 120—130°.

Vor dem Lötrohre blättert sich der Wellsit auf und schmilzt zwischen den Schmelzbarkeitsnummern $2^1/_2$ bis 3 zu einer weißen Perle, welche die Flamme schwach gelb färbt. Der Wellsit löst sich leicht in starker Salzsäure, unter Abscheidung von nicht gelatinöser Kieselsäure.

In geschlossenem Rohr wird schon bei mäßigem Erhitzen Wasser abgegeben. Das unter 265° abgegebene Wasser wird in Luft fast ganz wieder aufgenommen. Nach dem Erhitzen bis zur Rotglut wird aber kein Wasser mehr aufgenommen.

Diese Eigenschaften beziehen sich auf den ursprünglichen Wellsit von N. Carolina. Der von A. Fersmann untersuchte Zeolith verhält sich teilweise etwas anders.

Seine Härte ist zirka 4; er ist vollkommen spaltbar. Die Schmelzbarkeit ist zirka 3. Dichte 2,1754. Optisch steht das Mineral zwischen dem Wellsit von N. Carolina und dem Phillipsit. Kristallographisch nähert er sich dem Harmotom und Phillipsit.

In Salzsäure ist er leicht unter Abscheidung von gelatinöser Kieselsäure zersetzbar.

Aus diesen Verschiedenheiten leitet G. Tschermak, wie früher hervorgehoben wohl mit Recht, seine Ansicht von der Verschiedenheit der beiden Vorkommen ab. Er stellt das Mineral von A. Fersmann zum Phillipsit.

Der russische „Wellsit" kommt mit anderen Zeolithen, dann mit Prehnit, Chloriten, Quarz und Calcit vor. A. Fersmann nimmt für diese Zeolithe eine hydrothermale Entstehung an. Es bildet sich nach Heulandit, dann entsteht Phillipsit und Calcit.

Der ursprüngliche Wellsit kommt mit Feldspat, oder auch Hornblende und Korund vor, und ist eng mit Chabasit vergesellschaftet.

Brewsterit.

Monoklin holoedrisch. $a:b:c = 0,4046:1:0,4203$; $\beta = 93^0\,4'$.
Isomorph mit Heulandit, wohl auch mit Epistilbit.

Analysen.

Es existieren nur wenig Analysen von diesem, übrigens seltenen Mineral.

	1.	2.	3.	4.	5.
Na_2O . . .	—	—	—	1,00	1,00
K_2O	—	—	—	0,36	0,36
CaO	1,35	0,80	1,19	0,87	0,87
SrO	8,32	9,01	8,99	9,21	9,19
BaO . . .	6,75	6,05	6,80	5,93	5,91
Al_2O_3 . . .	17,49	16,54	15,25	16,38	16,33
Fe_2O_3 . . .	0,29	—	0,08	Spur	Spur
SiO_2 . . .	53,67	53,04	54,42	52,66	52,51
H_2O . . .	12,58	14,74	13,22	13,88	13,83
	100,45	100,18	99,95	100,29	100,00 [1])

Auf Gängen im Gneis mit Kalkspat und Bleiglanz von Strontian in Argyleshire (Schottl.).

1. Anal. A. Connel, Edinburgh Phil. Mag. **10**, 35 (1830).
2. J. Thomson, Miner. **1**, 348 (1836).
3. Anal. F. R. Mallet, Phil. Mag. **18**, 218 (1859).
4. Anal. P. Jannasch, N. JB. Min. etc. 1892, I, 26 bei F. Rinne.
5. Die Zahlen der Analyse 4 auf 100 berechnet.

[1]) Spuren von Magnesia und Lithion.

Wassergehalt. A. Damour[1]) hat einige Versuche ausgeführt. Brewsterit verliert in trockener Luft nach 1 Monat 1,65%, bei 100° in 2 Stunden 0,2%, bei 130° 7,7%, bei 190° 8,2%, bei 270° 10%, beim Glühen 13,3%.

Genaue Untersuchungen sind von P. Jannasch ausgeführt worden.

Bei Anwendung von 1,0378 g Substanz wurde über Chlorcalcium ein Verlust von 0,60% nach 96 Stunden konstatiert. Über Phosphorsäureanhydrid betrug der Verlust nach 48 Stunden 1,23%.

1,0354 g verloren bei Temperaturen

von	100—110°	nach	10 Stunden	1,74%
„	170—175	„	3 „	5,51
„	200—210	„	10 „	6,78
„	250—260			8,93
„	340—350			9,18

Das bei 350° getrocknete Pulver nimmt an feuchter Luft fast alles Wasser wieder auf.

In dem gegebenen Falle fehlten nach vierwöchentlichem Stehen nur etwas über 1%.

Dieses Mineral verlor über Chlorcalcium nach 10 Stunden 0,48% und über Phosphorsäureanhydrid nach mehreren Tagen 0,83%.

Bei einer zweiten Bestimmungsreihe erhielt P. Jannasch folgende Daten:

Über Chlorcalcium betrug der Verlust nach 4 Stunden 0,25%
„ 20 „ 0,35

Über konz. Schwefelsäure betrug der Verlust

nach	8	Stunden	0,58%
„	24	„	0,76
„	48	„	0,86
„	144	„	1,03
„	350	„	1,11
„	520	„	1,13

Bei	105—110°	betrug	der	Verlust	nach	2	Stunden	1,42%
„	105—110	„	„	„	„	6	„	1,49
„	125—135	„	„	„	„	2	„	2,53
„	135—160	„	„	„	„	6	„	3,76
„	175—180	„	„	„	„	8	„	5,12
„	190—195	„	„	„	„	3	„	5,83
„	200—205	„	„	„	„	nach derselben Zeit keine weitere Abnahme		
„	225—230	„	„	„	„	3	Stunden	7,63
„	240—255	„	„	„	„	12	„	8,51
„	schwacher Rotglut							12,67
„	voller Flamme							13,74
Über dem Gebläse								13,88

Formel.

Aus den Analysenzahlen von P. Jannasch berechnet sich

$$RO + R_2O : Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O = 0,163 : 0,160 : 0,874 : 0,768$$

[1]) A. Damour, C. R. **44**, 975 (1875).

oder abgerundet:

1,12 : 1,10 : 6,00 : 5,27 oder 1,01 : 0,99 : 5,41 : 4,76.

Unter den nach den angeführten Verhältniszahlen möglichen Formeln

$$2[RO . Al_2O_3 . 6SiO_2] . 11H_2O \quad \text{oder} \quad 2RO . 2Al_2O_3 . 11SiO_2 . 10H_2O$$

verdient nach F. Rinne die erste wegen ihrer Einfachheit den Vorzug. Die Formel des Brewsterits ist daher:

$$(Sr, Ba, Ca, Na_2, K_2)O . Al_2O_3 . 6SiO_2 + 5\tfrac{1}{2}H_2O.$$

Der Brewsterit unterscheidet sich also vom Heulandit um ein halbes Molekül Wasser.

C. Hintze[1]) und P. Groth[2]) nehmen sechs Moleküle Wasser an. Letzterer schreibt die Formel:

$$(SiO_3)_6Al_2(Sr, Ba, Ca)H_4 . 3H_2O.$$

Später gab P. Groth[3]) die Formel:

$$Si_6O_{16}Al_2(Sr, Ba) . 5H_2O.$$

In der neuesten Arbeit von G. Tschermak[4]) ist auch der Brewsterit gewürdigt. G. Tschermak berechnet die vier Analysen von F. R. Mallet und P. Jannasch und findet folgende Verhältniszahlen:

	Si : Al : Sr : Na : H
F. R. Mallet	6,048 : 2 : 1,021 : 9,84
P. Jannasch	5,449 : 2 : 0,889 : 0,399 : 9,61

Diese Zahlen fügen sich in die Reihe jener Heulandite, für welche als Komponenten angenommen wurden (siehe S. 188):

$$Si_6Al_2CaH_{10}O_{21} \quad \text{und} \quad Si_4Al_2CaH_{10}O_{17}.$$

Die prozentische Zusammensetzung der beiden Strontiumverbindungen ist.

SrO	15,75	19,29
Al_2O_3	15,54	19,03
SiO_2	55,01	44,91
H_2O	13,70	16,77

Reduziert man die beiden Analysen, indem für BaO, CaO, K_2O u. Na_2O die äquivalenten Mengen SrO eingesetzt werden, so läßt sich die Zusammensetzung aus zwei Verbindungen C und D berechnen und es ergeben sich Zahlen, welche mit den Analysen gut übereinstimmen. Wenn man den Teil des Wassers, welcher bei 100° entweicht, als Kristallwasser annimmt, nach P. Jannasch also etwa ein Neuntel des Wassergehaltes, so ergibt sich ein Mol. Kristallwasser und die Formeln der beiden Verbindungen sind demnach:

$$C \quad Si_4H_4O_{10} . Si_2Al_2SrO_8O_2H_4 . H_2O.$$
$$D \quad Si_2H_4O_6 . Si_2Al_2SrO_8O_2H_4 . H_2O.$$

[1]) C. Hintze, Min. II.
[2]) P. Groth, Tabl. systém. Genève 1904, 163.
[3]) P. Groth, Chem. Krist. **2**, 280 (1908).
[4]) G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **127**, I, 279 (1918).

Dagegen ist zu bemerken, daß das Wasser kontinuierlich entweicht und daher die Annahme von Kristallwasser nicht wahrscheinlich ist, namentlich seit diese bei anderen Fällen durch O. Weigel widerlegt ist (vgl. S. 181).

Eigenschaften. Spaltbar vollkommen nach (010), sehr undeutlich nach (100). Bruch uneben. Spröde. Härte 5 und darüber. Dichte 2,1—2,5.

Durchsichtig bis durchscheinend. Weiß, gelblich, bräunlich, auch grau und grünlich. Strich weiß. Glasglänzend, auf der Spaltfläche (010) perlmutterartigglänzend.

Nach A. Des Cloizeaux[1]) ist $2E = 94^0$ für Rot; 93^0 für Blau. $2V = 65^0$. Der mittlere Brechungsquotient $N = 1{,}45$, $N_\gamma - N_\alpha = 0{,}012$. (Beide Angaben nach A. Lacroix und A. Michel-Lévy.[2])

Über Änderung von optischen Eigenschaften hat A. Des Cloizeaux[3]) berichtet:

Bei	8° 8′	26°, 5	61°, 5	71°, 5	86°	105, 5;	
$2E =$	93° 43′	93° 58′	94°	94° 10′	95° 6′	95° 26′	(für Rot)

Über andere optische Veränderungen siehe W. Klein.[4]) Nach A. Damour[5]) sehr pyroelektrisch.

Vor dem Lötrohre unter Anschwellen und Schäumen nicht leicht schmelzbar, wobei ein weißes Email entsteht (siehe bei V. Goldschmidt).[6]) Im Kölbchen matt. In der Pinzette zerfällt er, färbt die Flamme nicht deutlich. Auf Kohle zerteilt er sich und zerfällt und rundet sich schwer zu blasigem Glase ab.

Mit verdünnter Schwefelsäure Niederschlag unter Hinterlassung pulveriger Kieselsäure. Auch durch Salzsäure ähnliches Resultat.

Anhang zu den Silicaten.

Wir haben noch einige Mineralien zu betrachten, welche Kombinationen von Silicaten mit Carbonat und Sulfat oder auch solche von Kieselsäure mit Uranaten sind. Wahrscheinlich handelt es sich bei diesen um Molekülverbindungen, doch betrachten sie manche Forscher auch als atomistische Verbindungen.

Hierher gehören Thaumasit, Uranotil und vielleicht Gummit.

Sulfocarbonsilicat.

Thaumasit.

Hexagonal oder tetragonal.

Achsenverhältnis nicht bekannt. Vorkommen in kristallinen Aggregaten.

---

[1]) A. Des Cloizeaux, Man. Minér. 1862, 424.
[2]) A. Lacroix u. A. Michel-Lévy, Minér. des roches, 1888, 302.
[3]) A. Des Cloizeaux, Nouvelles Recherches 1867, 634.
[4]) W. Klein, Z. Kryst. **9**, 61 (1884). — Siehe auch F. Rinne, N. JB. Min. etc. l. c.
[5]) A. Damour, C. R. **44**, 975 (1857).
[6]) V. Goldschmidt, Z. f. anal. Chem. **17**, 267; Z. Kryst. **9**, 572 (1884).

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
Na_2O	0,18	0,07	0,07	—	—
K_2O	0,07	0,07	0,10	—	—
CaO	27,43	27,17	27,24	27,38	27,12
Al_2O_3	0,17	0,17	0,13	—	—
SiO_2	9,62	9,70	9,78	9,54	9,54
CO_2	6,90	6,81	6,88	6,84	7,19
SO_3	13,12	12,59	13,34	13,23	13,48
Cl	0,13	0,14	0,10	—	—
H_2O	42,16	41,80	42,63	43,32	43,05
	99,78	98,52	100,27	100,31	100,38

1. Aus den Gruben Gustav und Carlsberg oder Bjelke in Areskustan; anal. G. Lindström bei A. E. Nordenskjöld, C. R. **87**, 314 (1878). — Siehe auch G. Lindström, Öfv. Ak. Stockholm, **35**, 43 (1878); N. JB. Min. etc. 1880, I, 37.
2. Von ebenda; anal. wie oben.
3. Von ebenda; anal. wie oben.
4. Als Spaltenausfüllung in Apophyllit im Gneis, von Kjölland, Kirchspiel Kall in Jämtland (Schweden); anal. O. Widman, Geol. För. Förh. **12**, 20 (1890); Z. Kryst. **20**, 373 (1892).
5. Von der Bjelkegrube; anal. H. Hedström bei O. Widman, wie oben.

	6.	7.	8.	9.	10.
δ	—	—	1,875–1,887	—	—
Na_2O	—	0,39	—	—	0,39
K_2O	—	0,18	—	—	0,18
CaO	27,30	—	27,08	27,19	27,13
Al_2O_3 [1])	0,30	—	—	—	—
SiO_2	8,95	9,23	9,33	9,23	9,26
CO_2	8,25	6,87	6,77	—	6,82
SO_3	12,60	13,56	13,32	—	13,44
H_2O	43,70	42,81	42,72	—	42,77
	101,10	—	—	—	99,99

6. Von West-Patterson (N. Jersey); anal. F. Pisani, Bull. Soc. min. **19**, 65 (1895).
7. Von ebenda, mit Zeolithen im Trapp; anal. S. L. Penfield u. J. H. Pratt, Z. Kryst. **26**, 264 (1896).
8. Von ebenda; anal. wie oben.
9. Von ebenda; anal. wie oben.
10. Mittel aus den drei Analysen.

Alkalien.

	11.	12.
δ	1,871–1,875	1,85
MgO	—	0,23
CaO	27,16	26,81
Al_2O_3	—	0,20
SiO_2	9,68	10,14
CO_2	7,01	6,98
SO_3	12,88	12,60
H_2O	43,28	42,97
P_2O_5	—	Spur
	100,01	99,93

[1]) Mit Fe_2O_3.

11. Von Skotvang, Kirchspiel Gåsinge, Nyköping (Schweden); anal. H. Bäckström, Geol. För. Förh. 19, 307 (1897); Z. Kryst. 31, 313 (1899). Kommt mit Apophyllit vor.

12. Von der Old Kickorygrube, der Majestic Coopper Co. Rocky Range, Beaver Cy. (Utah); anal. W. T. Schaller bei B. S. Buttler u. W. T. Schaller, Z. Kryst. 49, 238 (1911).

Wassergehalt. G. Lindström nahm den Wassergehalt als Kristallwasser an, weil er schon bei 100° langsam Wasser verlor.

S. L. Penfield u. J. H. Foote unternahmen Versuche, und fanden, daß bei 100° 29,35% Wasser entweichen, ohne daß Gewichtskonstanz eingetreten wäre, bei 150°, bei 200°, 250 und 300° trat sehr bald Gewichtskonstanz ein. Zwischen 300 und 360° fand keine Gewichtsabnahme mehr statt, nichtsdestoweniger enthielt das Mineral noch Wasser, welches erst beim Erwärmen in zugeschmolzenem Rohre wenig unter Rotglut ausgetrieben wurde. Die Daten sind

Dauer der Erwärmung	Temperatur	Verlust
2 Tage im Exsiccator		Nichts
9 Stunden	150°	37,41%
7 „	200	1,82
8 „	250	1,41
5 „	300	1,05
	Rotglut	1,08
		42,77

Da der Verlust bei 150° 13 Moleküle beträgt, so werden diese als Kristallwasser betrachtet, dagegen zwei Moleküle als Konstitutionswasser.

Formel. A. E. Nordenskjöld hatte die Formel aufgestellt:

$$CaSiO_3 + CaSO_4 + CaCO_3 + 14H_2O.$$

Er hatte die Homogenität des Materials konstatiert.

Dies wurde jedoch von E. Bertrand[1]) bestritten, welcher zu dem Schlusse gelangte, daß ein Gemenge vorliege, was aber durch A. E. Nordenskjöld und die späteren Beobachter an den neuen Funden widerlegt wurde. Dies wurde schließlich auch von E. Bertrand anerkannt.[2]) Zu derselben Formel gelangte auch O. Widman.

S. L. Penfield und J. H. Pratt berechneten ihre Analyse an dem Vorkommen von West Patterson und fanden:

$$SiO_2 : CO_2 : SO_3 : CaO : H_2O = 0,97 : 0,07 : 1,05 : 3,04 : 15,00.$$

Das Verhältnis ist angenähert

$$1 : 1 : 1 : 3 : 15,$$

woraus die Formel folgt:

$$CaSiO_3 . CaCO_3 . CaSO_4 . 15H_2O.$$

Dabei wurde die kleine Menge Alkali als Verunreinigung betrachtet. Dies geht auch aus einem Versuche beider Autoren hervor, wobei das Mineralpulver durch zwei Tage mit kaltem Wasser behandelt wurde. Die Lösung enthielt:

$$SiO_2 = 0,39; \quad SO_3 = 0,56; \quad CO_2 = 0,56; \quad Na_2O + K_2O = 0,25\%.$$

[1]) E. Bertrand, Bull. Soc. min. 3, 159 (1880); 4, 8 (1881).
[2]) Derselbe, ebenda 19, 88 (1888).

Er weist darauf hin, daß der Thaumasit schwach löslich ist und daß die Alkalien eine unabhängige Stellung haben, denn die in der Lösung befindliche Menge beträgt ungefähr die Hälfte der in der Analyse vorgefundenen Alkalienmenge. Dagegen ist nur eine kleine Menge Calcium aufgelöst worden.

Zieht man die Alkalien ab und berechnet die Analyse auf 100⁰, so stimmen die Werte mit jenen, welche aus der Formel berechnet werden, überein (Zahlen unter II).

	I.	II.
CaO	27,47	27,01
SiO_2	9,38	9,64
SO_3	12,95	12,86
CO_2	6,90	7,08
H_2O	43,30	43,41
	100,00	100,00

Die genannten amerikanischen Autoren haben auch eine Konstitutionsformel gegeben, zu welcher zu bemerken ist, daß die Annahme einer Molekülverbindung wahrscheinlicher ist.

```
HO—Ca—O        O—C=O
        \     /     \
         Si          O—Ca=OH
        /  \         O—Ca=OH   + 13H₂O.
      HO    O—S—O₂  /
```

Diese Formel wird auch von P. Groth adoptiert.

Auch H. Bäckström nimmt die empirische Formel

$$CaSiO_3 . CaSO_4 . CaCO_3 + 13 H_2O \text{ an.}$$

F. Zambonini nimmt dieselbe Formel an, wobei er bemerkt, daß dieses Mineral ein tetragenes Salz (im Sinne W. Meyerhoffers) sei.

Genaue Untersuchungen über den Wasserverlust wurden durch F. Zambonini[1]) ausgeführt.

Als Material diente das Vorkommen von West-Patterson. Nach Erhitzung auf 112⁰ während 4 Stunden verlor der Thaumasit 12,83⁰/₀. Wird die Erhitzung durch weitere 2 Stunden fortgesetzt, so ergab sich der Gesamtverlust von 17,89⁰/₀. Nach Umrühren des Pulvers und Erwärmung durch weitere 7 Stunden beträgt der Verlust 36,89⁰/₀. Das Gleichgewicht scheint dann erreicht zu sein, weil bei weiterem Erhitzen durch 15 Stunden keine Gewichtsänderung mehr eintrat. Eine neue Menge wurde auf 158—160⁰ erwärmt, wobei sich der Verlust von 39,85⁰/₀ ergab.

Demnach verliert Thaumasit bei 112⁰ 12,94 Mol. Wasser bei 158—160⁰ 13,98 Mol. Das letzte Wassermolekül entweicht etwas schwerer.

Neues Material bei 205⁰ durch 5 Stunden erwärmt, ergab einen Verlust von 41,73⁰/₀, nach weiteren 5 Stunden 41,94⁰/₀ und schließlich nach weiteren 5 Stunden 42,07⁰/₀.

Durch weitere Versuche wurde festgestellt, daß bei 240—250⁰ die entweichende Wassermenge von der Substanzmenge abhängt und ferner, daß die

[1]) F. Zambonini, Beitrag zum Studium der Hydrosilicate, Atti R. Accd. Napoli **16**, Nr. 1, 1 (1908); Z. Kryst. **49**, 75 (1911).

Wassermenge, welche bei jener Temperatur nicht abgegeben wird, kleiner ist, wenn man das Mineral nicht direkt auf 205°, sondern zuerst auf 112, dann auf 158 und endlich auf höhere Temperatur bringt.

Demnach verliert der Thaumasit bei 112° 13 Mol. Wasser; ein weiteres Molekül bei 158—160° und das letzte oberhalb 200°.

Demgemäß ist die Unterscheidung von vier nicht abgespaltenen Molekülen unhaltbar.

Die 13 Wassermoleküle, welche Thaumasit bei 112° verliert, sind sicher Kristallwasser. Nach F. Zambonini trifft es auch für die übrigen 2 Moleküle zu, man darf nicht auf Konstitutionswasser schließen.

Wässerungsversuche. — Thaumasit, welcher bei 112° 13 Moleküle Wasser verloren hatte, nahm folgende Mengen Wasser auf:

Stundenzahl	17	41	71	239	478
Wasser in Proz.	11,59	12,96	13,41	14,92	14,96

Daraus folgt, daß vier der entwichenen Moleküle sehr schnell und weitere 1,5 Mol. sehr langsam wieder aufgenommen wurden.

Ein Thaumasit, welcher während 15 Stunden bei 205° entwässert worden war, nahm wieder auf:

Stundenzahl	5	17	71	162	280
Wasser in Proz.	11,22	12,88	17,27	18,22	19,18
Stundenzahl	336	471	615	737	1000
Wasser in Proz.	19,66	20,52	21,40	21,63	21,55

In diesem Falle wurden 4 Mol. sehr schnell, weitere 2 Mol. langsam und 1,5 Mol. sehr langsam wieder aufgenommen.

Weitere Versuche wurden von H. E. Merwin,[1]) welcher konstatierte, daß sich Thaumasit wie Magnesiumsulfat verhält, und daß von den 15 Wassermolekülen nur das letzte viel fester gebunden ist.

C. F. Rammelsberg[2]) betrachtet den Thaumasit als Doppelsalz:

$$\left.\begin{matrix} CaCO_3 \\ CaSiO_3 \end{matrix}\right\} + CaSO_4 + 15H_2O.$$

Der Thaumasit wird von den meisten Forschern zu den Silicaten gestellt und nur einzelne, wie G. Tschermak, stellen ihn zu den Sulfaten.

Eigenschaften. Nur in Spuren spaltbar. Muscheliger Bruch zerbrechlich. Härte 3,5. Dichte 1,870—1,877 ungefähr.[3]) Fettglanz trübe. Durchscheinend, Farbe weiß.

N_ω	N_ε	
= 1,503;	= 1,467	nach E. Bertrand,
1,507	1,468	„ A. Michel-Lévy u. A. Lacroix,
1,505	1,468	„ H. Bäckström,
1,519	1,476	„ S. L. Penfield u. J. H. Pratt für Gelb,
1,500	1,461	„ B. S. Buttler u. W. T. Schaller.

[1]) H. E. Merwin, Z. Kryst. **55**, 114 (1915).
[2]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1894, 462.
[3]) Siehe auch bei den Analysen.

Die zwei ersten Werte gelten für den Thaumasit von J. E. Nordenskjöld, die übrigen für die Vorkommen, welche von den betreffenden Forschern analysiert wurden (siehe S. 417).

Lichtbrechung schwach, ziemlich hohe Doppelbrechung. Vor dem Lötrohre schwillt er an, färbt die Flamme rot, ist jedoch unschmelzbar. In der Phosphorsalzperle Kieselskelett. In geschlossenem Rohr dekrepitiert er und gibt viel Wasser.

In Wasser etwas löslich.

Vorkommen. Kommt mit Zeolithen vor, oft in Hohlräumen von Trappgestein.

Seinem hohen Wassergehalte nach muß sich dieses Mineral bei niedriger Temperatur gebildet haben.

Im Watchungbasalt hat es sich nach den Zeolithen, gleichzeitig mit Calcit und Gips abgeschieden.[1])

Silicouranate.

Wir können die hierher gehörigen Mineralien zu den Silicaten stellen, obwohl man sie auch bei den Uranaten betrachten könnte. Hierher gehören namentlich Uranotil und vielleicht Gummit.[2])

Uranotil.

Synonym: Uranophan.

Triklin. $a:b:c = 0{,}6257:1:0{,}5943$; 87° 41′, 85° 18′, 96° 31′.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.
δ	3,7	3,96	—	—
K_2O	1,85	—	—	—
MgO	1,46	—	—	—
CaO	5,08	5,27	5,13	5,49
Al_2O_3	6,06	0,51 (Al₂O₃ + Fe₂O₃)	—	—
Fe_2O_3	—		3,03	2,88
SiO_2	17,10	13,78	13,02	14,48
UO_3	53,33	66,75	63,93	62,84
P_2O_5	—	0,45	—	—
H_2O	15,12	12,67	14,55	13,79
	100,00	99,43	99,66	99,48

1. Von Kupferberg; anal. Grundmann, Z. Dtsch. geol. Ges. **11**, 390 (1859). Neuberechnung durch A. Websky, nach Abzug von 7% Verunreinigungen.
2. Von Wölsendorf (Bayern); anal. E. Bořicky, Ber. böhm. Ges. d. Wiss. 1870, 36.
3. Eigelb, von der Grube „Weißer Hirsch" zu Neustädtel; anal. Cl. Winkler A. Weisbach, N. JB. Min. etc. 1880, II, 111.
4. Von ebenda; anal. wie oben.

[1]) C. N. Fenner, Ann. N. York Acad. **20**, 93 (1910); Z. Kryst. **53**, 318 (1914).

[2]) Gummit wird von H. v. Foullon u. P. Groth zu den Silicouranaten gerechnet. Die übrigen Autoren stellen ihn zu den Uranaten, was auch hier befolgt wurde.

	5.	6.	7.	8.
CaO	6,23	7,11	6,67	6,51
SrO	0,13	0,48	0,13	—
BaO	0,28	—	0,28	—
PbO	0,74	0,45	0,60	—
Al_2O_3	Spur	Spur	Spur	—
SiO_2	13,55	13,88	13,72	13,95
UO_3	66,67	66,59	66,67	66,98
P_2O_5	—	0,29	0,29	—
H_2O	—	12,02	12,02	12,56
	—	100,82	100,38	100,00

5. Von der Flack rock mine, Mitchell Co. (N. Carolina), aus einem Granitgang; anal. F. A. Genth, Am. chem. Journ. **14**, 496; Z. Kryst. **4**, 385 (1880).
6. Von ebenda; anal. wie oben.
7. Mittel aus beiden Analysen.
8. Theoretische Zusammensetzung.

	9.	10.	11.
CaO	7,10	7,00	7,49
FeO	0,14	Spur	0,47
SiO_2	13,24	13,24	13,47
UO_3	65,78	65,96	64,36
H_2O	13,05	13,17	13,32
	99,31	99,37	99,11

9. Chromgelbes Verwitterungsprodukt des Uranpecherzes von Mitchell Cy. (siehe Fundort bei den vorigen Analysen); anal. H. v. Foullon, J. k. k. geol. R.A. 1883, 1.
10. Dasselbe; anal. wie oben.
11. Von der äußersten Zone eines Kristalles abgenommen, von ebenda; anal. wie oben.

	12.	13.
MgO	1,98	—
CaO	6,64	6,01
Al_2O_3	6,33	—
SiO_2	18,55	—
$U(UO_4)_2$	47,18	61,28
$(UO_2)_2$ . . . . } Fe_2O_3 . . . . } P_2O_5 . . . . }	4,95	—
H_2O	13,28	—
	98,91	

12. Dünne Krusten in Klüften von Granit bei Stone Mountain (Georgia); anal. R. L. Packard bei T. L. Watson, Am. Journ. [4] **13**, 464 (1902); Z. Kryst. **38**, 680 (1903).
13. Von ebenda; anal. wie oben.
Beide sind mit Hyalith gemengt.

Berechnet man aus der Analyse Nr. 12 die Zahlen für Kieselsäure und Wasser (Glühverlust) und aus Analyse Nr. 13 die für UO_3 und CaO, so ergibt sich bei Berechnung auf 100 $^0/_0$ die folgende Zusammensetzung:

CaO	6,14
UO_3	18,93
SiO_2	61,37
H_2O	13,56
	100,00

Ein wahrscheinlich hierher gehöriges Mineral weist folgende Zusammensetzung auf:

	14.
δ	4,17
CaO	14,7
PbO	1,7
ThO_2	3,5
SiO_2	13,0
UO_3	48,8
H_2O	18,6 [1]
	100,3

14. Schwefelgelb, vom Garte-Feldspatbruch bei Arendal (Norw.); anal. A. E. Nordenskjöld, Geol. För. Förh. **7**, 121; Z. Kryst. **10**, 505 (1885).

Ist ein Zersetzungsprodukt des Cleveits (siehe diesen Bd. II, Abt. 2).

Formel.

Wassergehalt. H. v. Foullon fand für Uranophan einen Wasserverlust über Schwefelsäure von 2,60 %. Bei 130° entweichen 6,19 %, bei schwacher Rotglut 4,38 %.

E. Bořicky stellte die Formel auf:

$$CaU_6Si_3O_{16} \cdot 9H_2O.$$

Dieselbe Formel wurde von A. Weisbach angenommen.

F. A. Genth schreibt die Formel:

$$Ca_3(UO_2)_6Si_6O_{21} \cdot 18H_2O.$$

H. v. Foullon schreibt die einfachere Formel:

$$(Ca, Ba, Pb)U_3SiO_{12} \cdot 6H_2O.$$

T. L. Watson berechnet aus seiner Analyse das Verhältnis:

$$CaO : UO_3 : SiO_2 : H_2O = 1 : 1,95 : 2,88 : 6,90,$$

was der Formel: $CaO \cdot 2UO_3 \cdot 3SiO_2 \cdot 7H_2O$ entsprechen würde, während er die Formel des Uranophans schreibt:

$$CaO \cdot 2UO_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 6H_2O.$$

Die Abweichung erklärt er durch eine Beimengung von Hyalith zu dem Analysenmaterial.

[1]) Glühverlust.

C. F. Rammelsberg[1]) berechnet aus den Winklerschen Analysen das Verhältnis:

$$Si:U:R:H_2O = 2:2:1{,}09:6.$$

Die Formel ist:

$$\overset{II}{R}U_2Si_2O_{11}.6H_2O = \overset{II}{R}(UO_2)_2Si_2O_7.6H_2O.$$

Es ist dies ihm zufolge eine Verbindung von Bisilicat mit Singulosilicat:

$$\overset{II}{R}_3Si_2O_7 = RSiO_3.R_2SiO_4.$$

Für die ebenfalls zum Uranophan gerechnete Verbindung von Arendal (Analyse Nr. 14) berechnete C. F. Rammelsberg:

$$R:U:Si(Th):H_2O = 1{,}6:1:1{,}37:6{,}1.$$

Daraus ergäbe sich die Formel:

$$R_3(UO_2)_2Si_3O_{11}.12H_2O.$$

Dies entspricht einem Silicat:

$$R_5Si_3O_{11} = RSiO_3.2\overset{III}{R}_2SiO_4.$$

Eigenschaften.

Dichte 3,81—3,90 (siehe Analysen). Härte 2—3. Farbe honiggelb, eigelb, zitronengelb bis strohgelb. Glasglanz. Strich hell, strohgelb. Wachsglanz bis Glasglanz. Spaltbar nach (100); auf der Spaltfläche Perlmutterglanz. Pleochroitisch (nach A. Pjatnitzky).[2]).

Vor dem Lötrohre gibt er im Kölbchen Wasser und wird trübe. Mit warmer Salzsäure zersetzt er sich und scheidet flockige Kieselsäure ab.

Vorkommen. Kommt in Granit vor. In Wölsendorf findet er sich in Hohlräumen des Flußspates mit Uraninit. Das Vorkommen von Georgia ist mit Hyalith gemengt. In Mitchell Cy ist er ein Umwandlungsprodukt des Gummits.

Radioaktivität. B. Boltwood[3]) und E. T. Wherry[4]) konstatierten die Radioaktivität dieses Minerals. Der Radiumgehalt ist proportional dem Urangehalt.

E. Bardet[5]) fand, daß wenn die radiographische Kraft des Uraninits gleich 100 gesetzt, die des Uranophans 75 wird. Der Urangehalt betrug 60%.

Nachtrag zu den Silicaten.

Es sind nach Erscheinen des Bandes II, welcher die Silicate enthält, eine Reihe neuer Mineralien dieser Klasse erschienen, wovon viele infolge der Kriegswirren erst jetzt zur Kenntnis des Herausgebers gelangt sind. Es scheint nun zweckmäßig, diese neuen Silicate zum Schlusse dieses Bandes zu bringen.

---

[1]) C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft I, **2**, 250 (1886).
[2]) A. Pjatnitzky, Z. Kryst. **21**, 84 (1893).
[3]) B. Boltwood, Le Radium **1**, 45 (1904).
[4]) E. T. Wherry, Mineral Collector, **14**, 17 (1907); Z. Kryst. **46**, 391 (1909).
[5]) G. Bardet, Bull. Soc. min. **27**, 63 (1904); Z. Kryst. **42**, 183 (1907).

1. Einfache Silicate.

Réaumurit.

Analyse.

Na_2O	11,38
K_2O	Spur
MgO	0,03
CaO	16,96
FeO	0,22
Al_2O_3	1,25
Fe_2O_3	0,15
SiO_2	68,10
H_2O bei 105°	0,60
Glühverlust	0,36
P_2O_5	0,06
	99,11

Aus beim Brande von St. Pierre geschmolzenen Glasgegenständen und in den Bosco tre case Vesuv, sog. Réaumursches Porzellan; anal. A. Lacroix.[1])

Die Formel führt auf:

$$(Ca, Na_2)Si_2O_5.$$

Der Réaumurit steht in Beziehung zum Rivait, welcher mit ihm ident sein soll. Jedenfalls kann dieser Name nicht die Priorität haben, falls überhaupt für ein solches Produkt ein Mineralname zu geben ist, was nach Ansicht des Herausgebers nicht der Fall ist.

Mangansilicate.

Ektropit.

Wahrscheinlich monoklin. $a:b:c = 0,74:1:0,84$; $\beta = 61°05'$.

Analyse:

Na_2O	0,12
K_2O	1,13
MgO	7,20
CaO	3,59
MnO	37,20
FeO	5,80
Al_2O_3	0,75
SiO_2	35,02
S-Metalle	0,19
H_2O bei 105°	8,89
	99,89

Von der Grube Norbotten in Langbanshyttan (Schweden); anal. N. Sahlbom bei G. Flink, Geol. För. Förh. 1917, 426.

Formel. Aus den Analysen berechnet sich:

$$12RO.8SiO_2.7H_2O.$$

1) A. Lacroix, Bull. Soc. min. **38** 16 (1915). (Summe im Original unrichtig 99,63.)

Eigenschaften. Härte 4. Dichte 2,46. $N_\alpha = 1,62$; $N_\gamma = 1,63$. Achsenebene die Symetrieebene. Pleochroitisch. Farbe braun.

Hodkingsonit.

Monoklin. $a:b:c = 1,538:1:1,075$; $\beta = 84^0 35'$.

Analyse.

MgO	0,04
CaO	0,99
MnO	20,39
ZnO	52,93
SiO_2	19,92
H_2O	5,77
	100,04

Von Franklin Furnace (N. Jersey); anal. W. T. Schaller bei C. Palache u. W. T. Schaller, Journ. Washington Ac. **3**, 153 (1913) und **4** (1914).

Formel. Aus der Analyse berechnet sich:

$$Mn(ZnOH)_2SiO_4.$$

Es liegt also ein Orthosilicat vor.

Eigenschaften. Härte zirka 5. Dichte 3,91. Farbe hell rötlich bis blaß rötlichbraun. Strich weiß. Glasglänzend. Mittlerer Brechungsquotient 1,73. Kommt mit Willemit und Franklinit vor.

Sobralit.

Gehört zu den triklinen Pyroxenen und dürfte nicht als neues Mineral zu betrachten sein, sondern höchstens als eine Abart.

Analyse.

MgO	3,58
CaO	6,20
MnO	27,96
FeO	13,78
Al_2O_3	0,16
Fe_2O_3	0,46
SiO_2	47,92
H_2O	0,28
	100,34

Als Gemengteil des Eulysits auftretend, von Södermanland (Schweden); anal. J. Palmgren, Bull. Geol. Inst. Upsala **14**, 109 (1917); Am. Min. **4**, 76 (1919).

Formel. Das Verhältnis ist:

$$SiO_2 : MnO : FeO : MgO : CaO = 8:4:2:1:1.$$

Daher ist $RO:SiO_2 = 8:8$ entsprechend einem Metasilicat.

Die Formel ist also: $(Mn, Fe, Ca, Mg)O . SiO_2$.

Wird auch von E. T. Werry zum Manganfayalit gestellt.

Eigenschaften. Spaltbar nach zwei Prismenflächen, weniger deutlich nach einem Pinakoid derselben Zone. Dichte 3,50. Zweiachsig positiv.

Unbenanntes wasserhaltiges Mangansilicat.

Analyse.

Na_2O	0,07
K_2O	1,21
MgO	2,99
CaO	Spur
MnO	36,89
CuO	Spur
Al_2O_3	5,09
Fe_2O_3	0,36
SiO_2	47,15
H_2O	6,24
	100,00

Eine **Formel** ist nicht berechenbar.

Mit Manganerz von Alp Err (Oberhalbstein, Graubünden); anal. F. P. Müller, ZB. Min. etc. 1916, 457.

Eigenschaften. Kupferrote, braune Farben. Metallglanz. Härte 3,5. Spröde. Dichte etwas kleiner als Quarz 2,65. Lichtbrechung zwischen 1,54 und 1,55. Doppelbrechung 0,025—0,027. Pleochroitisch. Optisch negativ, meist einachsig. Vereinzelt wurden kleine Achsenwinkel gefunden.

Spaltbar gut nach einer Richtung.

Speziait.

Gehört zu Amphibol. Monoklin.

Analyse.

	1.	2.	3.
Na_2O	4,08	4,70	4,77
K_2O	0,93		
MgO	7,87	7,88	7,83
CaO	10,53	10,55	10,58
MnO	0,67	4,23	4,02
FeO	3,56		
Al_2O_3	0,79	35,88	35,80
Fe_2O_3	34,57		
SiO_2	36,21	36,26	36,50
H_2O	0,50	0,50	0,50
	99,71	100,00	100,00

1. Aus Pyroxenit der Kontaktbildungen von Riondello (Traversella, Piemont); anal. L. Colomba, Atti R. Acc. Torino 1913/14, 49; N. JB. Min. etc. 1915, II, 27.
2. Die Resultate der vorigen Analyse auf 100 berechnet.
3. Theoretische Zusammensetzung nach der Formel berechnet.

Formel. Aus der Analyse ergibt sich:

$$27\,SiO_2 \,.\, 10\,Fe_2O_3 \,.\, 2\,(Ca, Mg, Fe, Na_2, H_2)O$$

oder

$$5\,Fe(SiO_3)\,.\,12\,(Ca, Mg, Fe, Na_2, H_2)SiO_3\,.$$

Das Verhältnis $CaO:MgO:FeO:Na_2O:H_2O$ ist dabei 6,7 : 7 : 2,1 : 2,7 : 1.

Eigenschaften. Schwarz oder dunkelgrün, geht oft ins Braune oder Bräunlichgelbe über. Sehr starker Pleochroismus. Dichte 3,362.

Nur von Flußsäure zersetzbar. Schmilzt nicht besonders schwer zu einer braunen Schmelze, die in Salzsäure zersetzbar ist.

Bleisilicat.

Margarosanit.

Triklin.

$a:b:c = 0{,}84419:1:1{,}2838.\quad \alpha = 74^\circ 37';\ \beta = 129^\circ 29';\ \gamma = 101^\circ 5'.$

Analyse.

MgO	0,20
CaO	20,28
MnO	2,17
BaO	0,69
PbO	41,74
SiO_2	34,72
H_2O	0,10
	99,90

In Lukas Ort und Bjelkes Schacht bei Langsbanhytten (Schweden); anal. R. Mauzelius, Geol. För. Förh. 1917, 426; N. JB. Min. etc. 1919, 31.

Dieses Mineral wurde zuerst von W. E. Ford und W. M. Bradley[1]) untersucht von Franklin (N. Jersey). Diese Analyse kann hier nicht gebracht werden, da die Zeitschrift mir nicht zugänglich war und im Referate des Chemischen Zentralblattes nicht gegeben wurde.

Formel. Nach R. Mauzelius ist diese aus seiner Analyse berechnet folgende:

$$Ca_2Pb(SiO_3)_3\,.$$

Dieselbe Formel hatten auch die amerikanischen Autoren früher angegeben für das Vorkommen von Franklin.

Eigenschaften. Nach (010) und zwei anderen Richtungen spaltbar. Härte 2,5. Dichte 4,39 (nach G. Flink), dagegen 3,991 nach W. E. Ford und W. M. Bradley. Nach letzteren Autoren schmilzt er vor dem Lötrohre in der Oxydationsflamme schwierig zu amethystfarbener Masse, in der Reduktionsflamme zu einer grauen, opaken Masse, welche die Flamme azurblau mit schwarzem grünen Rande färbt.

Durch Salpetersäure wird er unter Abscheidung von Kieselsäure gelöst. Die Lösung reagiert auf Mangan.

[1]) W. E. Ford u. W. M. Bradley, Am. Journ. [4] **42**, 159 (1916).

Ägirinhedenbergit.

Analyse.

Na_2O	3,35
K_2O	0,55
MgO	1,10
CaO	14,10
MnO	0,50
FeO	17,80
Al_2O_3	0,55
Fe_2O_3	17,40
SiO_2	42,15
TiO_2	0,41
H_2O	1,90
	99,81

Aus der Kontaktzone der Ägirin-Riebeckitgranite der Gegend des Flusses Ampasibitika in der Bucht von Amparindava auf Madagaskar; anal. A. Lacroix, C. R. **163**, 726 (1916).

Formel. Aus der Analyse berechnet sich die Formel:

$$15\,(Ca, Fe, Mg)_2\,15\,(SiO_3)_2 \,.\, NaFe_2\,6\,(SiO_3)_2 \,.\, (Ca_3Na_2)Fe_2\,4\,SiO_6 \,.$$

Aluminiumsilicate.

Ferri-Allophan.

Analyse.

	1.	2.	3.
Al_2O_3	23,77	20,14	18,91
Fe_2O_3	25,05	21,15	21,30
SiO_2	20,18	25,32	23,99
H_2O	31,00	33,39	36,80
	100,00	100,00	100,00

Aus Dolomitspalten des Zementkalkbruchs von Podolsk; anal. F. Nikolajewsky; Bull. Ac. St. Petersburg 1914, 147; N. JB. Min. etc. 1915, I, 183.

1. Unverändertes typisches Produkt.
2. Graubraunes, etwas verändertes Produkt.
3. Nach langem Lagern im Zimmer umgewandeltes braunes Produkt.

Sämtliche Analysen nach Abzug von $CaCO_3$ und Berechnung auf 100°.

Formel. Das Verhältnis von $SiO_2 : R_2O_3 : H_2O = 1 : 1 : 5$.

Die Ferri-Allophane, zu welchen Sinopit, Melinit, Ochran und Plinthit gehören, haben eine Zusammensetzung zwischen

$$R_2O_3 \,.\, SiO_2 \,.\, 5\,H_2O \quad \text{und} \quad R_2O_3 \,.\, 2\,SiO_2 \,.\, 5\,H_2O \,.$$

Eigenschaften. Härte 3,5. Dichte 2,14. Glasglanz, unregelmäßiger muscheliger Bruch, orangegelber Strich, dunkelbraun, kantendurchscheinend.

Vor dem Lötrohre leicht schmelzbar, haftet fest an der Zunge, wird im Wasser nicht teigig. Durch Salzsäure zersetzbar, bräunt sich beim Liegen, Schwache Doppelbrechung zum Teil.

Leifit.

Hexagonal.

Analyse.

	1.	2.
Na_2O	15,47	15,7
MnO	0,41	—
Al_2O_3	12,69	12,9
SiO_2	67,55	68,5
F	4,93	4,9
H_2O	0,77	—
	101,82	102,0
Ab $O = F_2$	2,08	2,0
	99,74	100,0

1. Von der Fundstätte der seltenen Mineralien Narsarsuk am Tunugdliarfik Fjord, Juliane-haab-Distrikt (Südgrönland); anal. Ch. Christensen bei O. B. Bøggild, Meddelelser om Grönland **51**, 429 (1915); N. JB. Min. etc. 1916, II. 161.
2. Die Zahlen der Analyse auf 100 berechnet.

Formel. Sieht man von MnO und Wasser ab, so ergibt sich die Formel:

$$Na_2Al_2Si_9O_{22} . 2NaF.$$

Es ist das kieselsäurereichste Silicat, welches bis jetzt bekannt ist.

Eigenschaften. Farblos. Glasglanz. Die Brechungsquotienten sind: $N_\alpha = 1{,}5177$ und $N_\gamma = 1{,}5224$. Positive Doppelbrechung, direkt bestimmt: $= 0{,}0044$.

Härte 6. Dichte 2,565—2,578. Spaltbar nach den Prismenflächen. Bruch muschelig.

Im Bunsenbrenner sehr leicht unter Aufblähen zu farblosem Glas schmelzbar. Im geschlossenen Rohr Wasser abgebend. In Salzsäure unlöslich.

Nach Referat von A. Schwantke, Fortschritte Min. **6**, 83 (1920).

Flokit.

Monoklin.

Analyse.

	1.	2.
Na_2O	4,36	4,56
MgO	0,09	—
CaO	2,65	2,80
Al_2O_3	12,43	12,57
SiO_2	67,69	66,77
H_2O unter 110°	14,53	13,30
H_2O über 110°	8,82	—
	100,57	100,00

1. Vom Eskefjord (Island); anal. Karen Kalissen, Medd. fra dansk. geol. Fören **5**, Nr. 9, 1 (1917). Nach Referat von A. Schwantke, Fortschritte Min. **6**, 75 (1920)

Formel. Die auf 100 berechnete Analyse (unter 2) ergibt die Formel:

$$H_8(Ca, Na_2)Al_2Si_9O_{26} . 2H_2O.$$

Eigenschaften. Spaltbarkeit nach (010) und (100). Bruch muschelig. Wasserhell, farblos, glasglänzend.

Brechungsquotienten $N_\alpha = 1{,}4720$; $N_\gamma = 1{,}4736$. Doppelbrechung 0,002°.

Tatarkait.

Analyse.

Na_2O	0,90
K_2O	0,86
MgO	8,61
CaO	0,17
FeO	3,46
Al_2O_3	31,65
Fe_2O_3	1,09
SiO_2	42,17
TiO_2	0,50
H_2O	8,14
	97,55

Vom Flusse Tatarka, südl. Teil des Jenissei-Distriktes (Sibirien); anal. A. Meister, Geol. Unters. in goldführenden Gesteinen Sibiriens, St. Petersburg 1910; Z. Kryst. **53**, 597 (1914).

Formel. Aus der Analyse berechnet sich:

$$R_2O \cdot 11\,RO \cdot 13\,R_2O_3 \cdot 30\,SiO_2 \cdot 19\,H_2O.$$

Das Verhältnis $MgO + CaO : FeO$ und $Al_2O_3 : Fe_2O_3$ ist ungefähr 9 : 2.

Eigenschaften. Farbe dunkelgrau bis schwarz. Einachsig positiv. Doppelbrechung ungefähr die des Quarzes. Dichte 2,744. In Säuren unlöslich.

Kommt im dunkelgrauen Kalkstein vor, im Kontakte mit Nephelinsyenit.

Angaralith.

Vielleicht hexagonal.

Analyse.

MgO	6,89
CaO	0,46
Al_2O_3	44,68
Fe_2O_3	9,52
SiO_2	37,96
	99,51

Vom Flusse Tatarka (Jenissei-Distrikt); anal. A. Meister, wie bei Tatarkait.

Formel. $2\,(Ca, Mg)O \cdot 5\,(Al, Fe)_2O_3 \cdot 6\,SiO_2$.

Eigenschaften. Schwarzes, glänzendes Mineral. Ist mit kohliger Substanz imprägniert. Beim Glühen wird er dunkelbronzefarben. Dichte 2,619. Einachsig positiv. Doppelbrechung niedriger als die des Quarzes. Vorkommen wie bei Tatarkait.

Griffithit.

Analyse.

Na_2O	0,71
MgO	15,80
CaO	2,93
FeO	7,83
Al_2O_3	9,05
Fe_2O_3	7,32
SiO_2	39,64
H_2O unter 110°	12,31
H_2O über 110°	4,90
	100,49

Aus Blasenräumen des Basaltes vom Cahuenga-Paß, Griffith-Park, Los Angeles (Californien); anal. G. Steiger bei Esper S. Larsen u. G. Steiger, Journ. Washington Ac. 7, 11 (1917); N. JB. Min. etc. 1920, I, 270.

Formel. Aus der Analyse berechnet sich:

$$4(Mg, Ca, Fe)O . (Al, Fe)_2O_3 . 5SiO_2 . 7H_2O,$$

oder nach F. W. Clarke:

$$H_4R_4R_2Si_5O_{19} . 5H_2O.$$

Die Konstitutionsformel ist:

$$\begin{array}{l} \quad SiO_4 \equiv \overset{II}{R}H \\ \overset{III}{R} \begin{cases} SiO_4 \equiv \overset{II}{R}H \\ SiO_4 \end{cases} \\ \overset{III}{R} \begin{cases} SiO_4 \equiv \overset{II}{R}H \\ SiO_4 \equiv \overset{II}{R}H \end{cases} \end{array} + 5H_2O.$$

Eigenschaften. Härte 1. Dichte 2,309. Spaltbarkeit wie bei Chlorit. Farbe dunkelgrün. Optisch negativ. $2V = 0,40^0$. Starke Doppelbrechung und ziemlich kräftiger Pleochroismus.

Brechungsquotienten: $N_\alpha = 1,485 \pm 0,01^0$ hellgelblich;
$N_\beta = 1,569 \pm 0,005^0$ olivengrün;
$N_\gamma = 1,572 \pm 0,005^0$ bräunlichgrau.

Schmilzt mit mittlerer Leichtigkeit zu einer schwarzen magnetischen Schlacke. Gelatiniert mit Salzsäure.

Borsilicate.

Searlesit.

Analysen.

	1.	2.
Na_2O	7,70	12,78
K_2O	0,60	1,00
MgO	4,20	1,82
CaO	12,10	—
FeO	1,14	1,89
Al_2O_3	0,22	0,37
B_2O_3	9,80	16,26
SiO_2	34,00	56,41
H_2O unter 105^0	0,78	9,47
H_2O über 105^0	5,72	—
CO_2	12,84	—
Unlöslich	11,88	—
	100,98	100,00

1. Von Searles Lake, S. Bernadino Co. (Californien); anal W. B. Hicks bei Esper S. Larsen und W. B. Hicks, Am. Journ. 38, 437 (1914); N. JB. Min. etc. 1917, I, 28.

2. Nach Abzug des unlöslichen Restes von 11,88%, des Calciumcarbonats mit 21,63%, des Magnesiumcarbonats mit 6,41%, sowie von 0,78% Wasser, im ganzen 40,70% ergeben sich die auf 100 berechneten Zahlen für die übrigen Gemengteile.

Formel. Aus der reduzierten Analyse ergibt sich das Verhältnis:

$$SiO_2 : B_2O_3 : Na_2O + K_2O + MgO + FeO : 2H_2O = 4 \times 0{,}93 : 0{,}91 : 1, \quad 14 : 2 \times 1{,}04.$$

Daraus ergibt sich die Formel:

$$Na_2O . B_2O_3 . 4SiO_2 . 2H_2O.$$

Hierbei werden die Mengen der übrigen Bestandteile als Verunreinigungen angesehen. Die Formel kann geschrieben werden, analog wie die für Analcim $NaAl(SiO_3)_2 . H_2O$:

$$NaB(SiO_3)_2 . H_2O.$$

Eigenschaften. Vorkommen meist sphärolithisch. Optisch positiv. $2E$ sehr groß. Brechungsquotienten: $N_\alpha = 1{,}520$; $N_\gamma = 1{,}528$. Auslöschungsschiefe sehr groß.

Bei Rotglut schmelzbar. Durch Salzsäure zersetzbar, in Wasser ziemlich löslich ohne Zerfall. Nach der Behandlung mit verdünnten Säuren ändern sich die optischen Eigenschaften. Der Brechungsquotient fällt auf 1,47, der Achsenwinkel nimmt ab und die Auslöschung wird fast parallel.

Das Mineral ist wahrscheinlich monoklin.

Shattuckit.

Ist ein Plancheit mit abweichenden optischen Eigenschaften.

Formel. $2CuSiO_3 . H_2O$. Siehe W. T. Schaller, Journ. Washington Ac. **5**, 7 (1915); N. JB. Min. etc. 1916, II, 35.

F. Zambonini wies die chemische Identität mit Plancheit nach. C. R. **166**, 497 nach Ref. Chem. ZB. 1919, I, 82.

Velardenit.

Ist ein Glied der Melilithgruppe.

Die Zusammensetzung entspricht einer Mischung von 80% künstlichem Velardenit[1]) und 20% Akermanit. $4MgO . 8CaO . 9SiO_2$.

Dichte 3,039. Optisch negativ.[2]) $N_\omega = 1{,}666$; $N_\varepsilon = 1{,}661$; $N_\omega - N_\varepsilon = 0{,}0055$. Härte $5^1/_2$.

Analyse.

Na_2O	0,21
K_2O	0,10
MgO	2,44
CaO	39,55
MnO	0,01
FeO	0,50
Al_2O_3	27,82
Fe_2O_3	1,43
SiO_2	26,33
TiO_2	0,03
H_2O	1,85

Gehlenitvarietät von Velardeña (Mexico); anal. E. T. Allen, Am. Journ. **26**, 545 (1908); Bull. Soc. min. **40**, 187 (1917).

---

[1]) W. T. Schaller, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 610 (1916); Chem. ZB. 1919, I, 603.
[2]) O. Westphal, Inaug.-Diss. Leipzig 1913.

Metabrucit.[1])

Erhitzt man Brucit, so verliert das Mineral allmählich sein Wasser, aber besonders zwischen 390 und 480° findet der größte Verlust statt. Bei 550° verbleibt nur 1 % Wasser. Das vollständig deshydratisierte Mineral wird Metabrucit genannt. Es hat seine Struktur beibehalten, ist einachsig, aber negativ. Dichte 3,38—3,683. In feuchter Atmosphäre nimmt es wieder Wasser auf, außer, wenn es auf Rotglut erhitzt war. Die Brechungsquotienten sind beim Metabrucit: $N_\alpha = 1,644$ und $N_\gamma = 1,634$.

Als besonderes Mineral kann der „Metabrucit" kaum gelten.

Eaklit.

Pektolithähnliches Mineral.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.
MgO	Spur	Spur	—	—
CaO	45,51	45,39	45,45	46,82
Fe_2O_3	0,98	1,11	1,04	—
SiO_2	50,43	49,90	50,17	50,16
H_2O	3,25	3,11	3,18	3,02
	100,17	99,51		100,00

1. u. 2. Analysen eines bisher für Wollastonit gehaltenen Minerals, aus dem Museum der Universität California; anal. E. S. Larsen, Am. Journ. **43**, 484 (1917).
3. Mittel aus beiden Analysen.
4. Theoretische Zusammensetzung nach der aus den Analysen berechneten Formel:

$$5CaO.5SiO_2.H_2O.$$

Eigenschaften. Härte $6\frac{1}{2}$. Dichte 2,705—2,695. Optisch positiv. Kleiner Achsenwinkel.

Brechungsquotienten:

$$N_\alpha = 1,583 \pm 0,001,$$
$$N_\beta = 1,583 \pm 0,001,$$
$$N_\gamma = 1,593 \pm 0,001.$$

In Säuren unter Abscheidung von Kieselsäure löslich.

Cornuit.

Grünes bis blaugrünes Kupfersilicat, die amorphe Modifikation des Chrysokolls; die Formel ist:

$$m\,CuO.n\,SiO_2.x\,H_2O.$$

Nach A. F. Rogers, Journ. Geol. Chicago **25**, 337 (1917); Min. Mag. **18**, 377 (1919).

Crestmorit.

Aus blauem Calcit von Crestmore, Riverside Co., Calif.

Formel: $CaSiO_3.H_2O$.

A. S. Eakle, Bull. Dep. Geol. Univ. California **10**, 344; Min. Mag. **18**, 377 (1919).

[1]) Diese Verbindung hat S. Weyberg dargestellt, ZB. Min. etc. 1904, 729.

Ferrierit.

Gehört zu den Zeolithen. Rhombisch. Kommt mit Chalcedon und Calcit im Basalt von Kamloops Lake, British Columbia, vor.

Formel: $(H_2, Na_2, Mg)_4 . Al_2(Si_2O_5)_3 . 6 H_2O$.

Trans. Roy. Soc. Canada **12**, 185 (1918); Min. Mag. wie oben.

Manganalmandin.

Steht zwischen Almandin und Spessartin.

Analyse.

MnO	11,04
FeO	23,48
Al_2O_3	19,37
SiO_2	nicht best.

J. Palmgreen, Bull. Geol. Inst. Upsala **14**, 171 (1917); nach Min. Mag. wie oben S. 383.

Racewinit.

Blaugrüne kristalline Massen bildend; verändert sich in Braunschwarz. Aus metamorphem Kalkstein von Bingham (Utah). A. N. Winchell, Economic Geol. **13**, 611 (1918); Min. Mag. wie oben S. 385.

Riversideit.

Formel: $2 CaSiO_3 . H_2O$.

Weiß, faserig; schmale Adern in derbem Idokras und blauem Calcit bildend. Crestmore, Riverside Co., Calif., A. S. Eakle, Bull. Dep. Geol. Univ. Calif. **10**, 347 (1917); Min. Mag. wie oben, S. 396.

Natron-Sarkolith.

Hypothetisches Silicat: $3 Na_2O . Al_2O_3 . 3 SiO_2$.

W. T. Schaller, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 610, 112 (1916).

Zebedassit.

Weiß, faserig, vielleicht rhombisch, aus zersetztem Serpentin.

Formel: $H_8Al_2Mg_5(SiO_4)_6$.

A. Brusoni, Rend. Ist. Lombardo **1**, 646 (1917); Min. Mag., wie oben, S. 389.

Sheridanit.

Die Analyse dieses neuen Minerals führt zu der Formel:

$$H_6Mg_3Al_2Si_2O_{13}.$$

Aus Granit von Sheridan, Cy, Wyoming; anal. J. E. Wolff, Am. Journ. **34**, 175, nach Chem. ZB. **91**, 362 (1920).

Colerainit.

Die Formel ist: $4MgO . Al_2O_3 . 2SiO_2 . 5H_2O$.

Dichte 2,51. Härte 2,5—3.

Aus Drusen eines Pegmatitganges der Old Standard Mine, Black Lake Area und in der Uniongrube Quebec. Hexagonal.

Eng Poitevin und R. P. D. Graham, Canada Dep. of Mines, Museum Bull. **27**, 66 (1918); Chem. ZB. **91**, 610 (1920).

Anhang.

Im folgenden bringe ich noch einige zweifelhafte Mineralien, deren Stellung unklar ist und welche zum Teil vielleicht auch keine einfachen Mineralien sind.

Rhodalit.

Analyse.

MgO	0,6
CaO	1,1
Al_2O_3	8,3
Fe_2O_3	11,4
SiO_2	55,9
H_2O	22,0
	99,3

Aus basaltischem Mandelstein von Antrim (Irland); anal. J. Thomson, Min. **1**, 354 (1836).

Rosenrot. Härte 2. Dichte 2.

Keffekilith.

Analyse.

CaO	2,25
Al_2O_3	14,00
Fe_2O_3	12,25
SiO_2	45,00
H_2O	22,00

Tsorguna bei Sepastopol (Krim); anal. Fischer, Mém. soc. nat. Moscou 1811, I, 60.

Eigenschaften. Erdig. Dichte 2,40.

Portit.

Analyse.

Na_2O	0,16
K_2O	0,10
MgO	4,87
CaO	1,76
Al_2O_3	27,50
SiO_2	58,12
H_2O	7,92
	100,43

Aus Gabbro von Toscana; anal. Meneghini u. Porti, Am. Journ. **14**, 63 (1852).

Eigenschaften. Weiße, undurchsichtige Prismen. Härte 5. Dichte 2,4. Vor dem Lötrohre zu milchweißem Email schmelzbar. Gibt im Kölbchen Wasser. In kalten Säuren unter Gallertbildung zersetzbar.

Chlorophäit.

Analysen.

	1.	2.	3.
δ	1,809	—	2,278
Na_2O	—	Spur	0,76
K_2O	—	Spur	0,34
MgO	3,44	9,50	10,52
CaO	—	2,52	5,15
FeO	21,56	2,46	1,63
MnO	—	0,50	0,08
Al_2O_3	—	—	10,49
Fe_2O_3	—	22,80	11,89
SiO_2	32,85	36,00	35,99
H_2O	42,15	26,46 [1])	23,20 [2])
		100,24	100,05

1. Von Qualboe (Faröerinseln); anal. J. P. Forchhammer, Journ. prakt. Chem. **30**, 399 (1843).
2. Scuir More auf Rum (Schottland); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **29**, 84 (1879); Z. Kryst. **5**, 633 (1881).
3. Dunkelbraun, von Giants Causeway (Irland); anal. wie oben.

Formel. C. F. Rammelsberg berechnet die zweite Analyse und erhielt:

$$R:Fe:Si:H_2O = 2,27:2:4,2:10,3.$$

Die Formel wäre nach ihm:

$$R_2Fe_2Si_4O_{13}.10H_2O.$$

F. Heddle berechnet die Formel:

$$R_4\overset{III}{R}_4Si_7O_{24}.16H_2O.$$

Eigenschaften. Olivengrün bis dunkelgrün, an der Luft braun bis schwarz werdend, anfangs sehr weich, dann hart werdend. Kommt in basaltischem Mandelstein vor, auch in Melaphyren.

Chlorophänerit.

Analyse.

FeO	12,3
SiO_2	59,4
H_2O	5,7

Außerdem Al_2O_3, MgO, CaO, K_2O und Na_2O.

Eigenschaften. Dichte 2,684°. Schwärzlichgrün, Strich schmutzig apfelgrün. Doppelbrechend. Vor dem Lötrohre ziemlich leicht zu schwarzem magnetischen Glas schmelzbar.

[1]) Bei 100° 19,23% Verlust.
[2]) Bei 100° 14,16% Verlust.

Durch Salzsäure leicht zersetzbar.

Vorkommen im Amygdalophyr (Porphyrit) von Weissig bei Dresden; anal. G. Jentsch, N. JB. Min. etc. 1855, 798.

Kieselaluminit.

Analyse.

Al_2O_3	42,59
SiO_2	13,06
SO_3	5,04
Glühverlust	39,32
	100,01

Von Kornwestheim, zwischen Stuttgart und Ludwigsburg; anal. Groninger u. Oppel. Württemb. Nat. Jahreshefte 1851, 189; Jahresber. f. Chem. 1852, 859.

Neurolith.

Analyse.

MgO	1,50
CaO	3,25
Al_2O_3	17,35
Fe_2O_3	0,40
SiO_2	73,00
H_2O	4,30
	99,80

Von Stanstead (Canada); anal. J. Thomson bei T. Sterry Hunt, Rep. geol. Canada 1863, 485.

Eigenschaften. Härte über 4. Dichte 2,476. Blätterig, grünlichgelb. Wird vor dem Lötrohre weiß, ohne zu schmelzen.

Balvraidit.

Analysen.

	1.	2.	3.
Na_2O	2,72	3,25	—
K_2O	1,36	1,56	—
MgO	8,30	7,36	8,2
CaO	13,47	13,25	13,93
MnO	0,78	0,84	0,66
Al_2O_3	20,11	20,95	22,28
Fe_2O_3	2,52	1,86	1,95
SiO_2	46,04	46,17	—
H_2O	4,71	4,90	4,80
	100,01	100,14	

Von Balvraid, Invernessshire (Schottland); anal. F. Heddle, Min.-Mag. **4**, 117 (1880). Analyse 1 an dunklerem, Analysen 2 und 3 an hellerem Material.

Eigenschaften. Härte 6. Dichte 2,905—2,908. Rötlichbraun, hellere und dunklere Massen. Vor dem Lötrohre unter Aufblähen und Schäumen schmelzbar.

Carolathin.

Analyse.

Al_2O_3	47,25
SiO_2	29,62
H_2O	15,10

Königin-Luise-Grube zu Zabrze bei Gleiwitz (Schlesien); anal. Sonnenschein, Z. Dtsch. geol. Ges. **5**, 223 (1853).

Polyhydrit.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.
δ	—	—	2,127—	2,201
K_2O	0,87	0,98	—	—
MgO	1,17	1,32	0,33	0,42
CaO	1,46	1,64	3,33	4,24
MnO	0,25	0,28	2,60	3,31
Al_2O_3	23,28	26,17	6,92	8,87
Fe_2O_3	10,95	12,35	25,65	32,66
SiO_2	41,58	46,73	26,81	34,13
Glühverl.	20,21	10,53	34,60	16,75
	99,77	100,00	100,24	100,38

1. Polyhydrit von Steinkirchen bei Budweis (Böhmen); anal. G. Starkl, Verh. k. k. geol. R.A. 1880 Nr. 5, 278; Z. Kryst. **7**, 622 (1883).
2. Bei 100° getrocknete Substanz von ebenda; anal. wie oben.
3. Polyhydrit von der Grube St. Christoph in Breitenbrunn (Sachsen); anal. wie oben.
4. Bei 100° getrocknete Substanz.

Wie man sieht, differieren die Analysen der frischen und der bei 100° getrockneten Substanz erheblich. Ob ein homogenes Material vorliegt, ist zweifelhaft.

P. Groth[1]) nimmt als angebliche Formel an:

$$(Ca, Mn)_3(Al, Fe)_2Si_4O_{14} . 6H_2O.$$

Der Polyhydrit wurde von A. Breithaupt aufgestellt. Er ist amorph. Dichte nach ihm 2,095—2,142. Härte 2—3.

Durch Salzsäure zersetzbar.

Stübelit.

Analyse.

MgO	1,03
CuO	15,25
Al_2O_3	5,37
Mn_2O_3	21,89
Fe_2O_3	10,18
SiO_2	26,99
H_2O	16,85
Cl	0,77
	98,33

Von der Insel Lipari; anal. A. Breithaupt, Bg.- u. hütt. Z. **24**, 322, (1865).

[1]) P. Groth, Mineral. Tabellen 1921, 126.

Muscheliger Bruch. Härte 4,5. Dichte 2,223—2,263. Glasglanz. Farbe samt- bis pechschwarz. Strich dunkelbraun.

Nigrescit.

Wird oft zu Chlorophäit gestellt.

Analyse.

MgO	18,11
CaO	2,59
MnO	0,23
FeO	15,71
Al_2O_3	5,14
SiO_2	52,29
H_2O	6,29
	100,36

Ausfüllung von Blasenräumen des Säulenbasalts von Dietenheim (Maintal); anal. F. Hornstein, Z. Dtsch. geol. Ges. **19**, 343 (1867).

Formel. $H_4R_4Si_5O_{16}$.

Eigenschaften. Härte 2. Dichte 2,840—2,849. Bruch muschelig und feinerdig, etwas bröckelig und spröde. Fettglanz, an der Zunge haftend. Apfelgrün, an der Luft schwarz werdend.

Vor dem Lötrohre rötlichgrau und glashart werdend; nur in der Gebläseflamme zu flaschengrünem, etwas magnetischem Glase schmelzend.

Durch Salzsäure leicht zersetzbar, unter Abscheidung flockiger Kieselsäure.

Aquacreptit.

Analyse.

δ	2,05
MgO	19,58
Al_2O_3	5,56
Fe_2O_3	12,30
SiO_2	43,03
H_2O	17,40
	97,87

Aus Adern im Serpentin von West Chester (Pennsylv.); anal. J. H. Eaton bei C. U. Shepard, Am. Journ. **46**, 256 (1868).

Härte 2,5. Farbe gelbbraun, Strich orangegelb. An der Zunge klebend. Zerfällt in Wasser.

Arctolit (Arktolit).

Analyse.

δ	3,03
Na_2O	1,73
K_2O	0,79
MgO	10,30
CaO	13,28
Al_2O_3	23,55
Fe_2O_3	1,24
SiO_2	44,93
TiO_2	0,38
H_2O	3,54
	99,74

Von Norskön auf Spitzbergen, im Marmor; anal. C. W. Blomstrand, Geol. För. Förh. **5**, 210; Z. Kryst. **5**, 506 (1881).

Formel. $2RO . Al_2O_3 . H_2O . 3SiO_2$ oder $CaO . MgO . Al_2O_3 . 3SiO_2 . H_2O$.

Härte 5. Farblos oder gelblich bis grünlich.

Vor dem Lötrohre schmilzt er schwierig zu weißem Glas. In Säuren leicht löslich. Vielleicht aus Zersetzung von Hornblende entstanden.

Pikrofluit.

Amorph.

Analyse.

	1.	2.
MgO	28,79	25,19
CaO	22,72	19,86
MnO	0,78	—
FeO	1,54	3,50
SiO_2	29,00	32,16
H_2O	8,97	9,08
F	11,16	—
	102,96	

1. Von Luppikoin (Finnland); anal. Galindo bei Arppe, Act. Soc. Fenn. 6; Verh. min. Ges. 1852, 148.
2. Von ebenda; anal. Arppe, wie oben.

Ist wohl ein Gemenge eines Magnesiumsilicats mit Fluorit.

Härte 2,5. Dichte 2,74. Weiß mit gelbem oder blauem Strich.

Vor dem Lötrohre unter Aufblähen leicht löslich. In Säuren völlig löslich; Schwefelsäure entwickelt Siliciumfluorid.

Rubislit.

Analyse.

K_2O	3,33
MgO	8,00
CaO	4,22
FeO	9,01
Al_2O_3	10,92
Fe_2O_3	9,84
SiO_2	37,85
H_2O	16,13
	99,30

Von Rubislaw bei Aberdeen (Schottl.); anal. F. Heddle, Chapt. on the Miner. of Schottland, V, Tr. R. Soc. Edinburgh **29** (1879); Z. Kryst. **5**, 637 (1881).

Formel. Das Verhältnis

$$SiO_2 : R_2O_3 : RO : H_2O = 1,262 : 0,335 : 0,885 : 1,792.$$

Daraus berechnet sich die Formel:

$$H_{32}\overset{II}{R}_8R_6Si_{11}O_{55}.$$

Eigenschaften. Dichte 2,442. Vor dem Lötrohre zu brauner Schlacke schmelzbar. Durch Salzsäure vollkommen zersetzbar.

Restormelit.

Analyse.

Na_2O	4,39
K_2O	2,30
MgO	0,85
FeO	1,11
Al_2O_3	35,10
SiO_2	45,66
H_2O	11,68
	101,09

Von der Restormel-mine. Cornwall; anal. A. H. Church, Journ. Chem. Soc. **23**, 166 (1870).

Dichte 2,58. Härte 2. Graugrün.

Pholidolith.

Schuppig
Analyse.

K_2O	5,93
MgO	27,94
MnO	0,12
FeO	4,08
Al_2O_3	6,31
SiO_2	49,78
H_2O	5,49
	99,65

Auf Drusenräumen von dem sog. „Drusenorte" bei Taberg, in einer Tiefe von 219 m; anal. G. Nordenskiöld, Geol. För. Förh. **12**, 348 (1890); Z. Kryst. **20**, 383 (1892).

Formel. Aus der Analyse berechnet sich:

$$13SiO_2 . Al_2O_3 . 12(Fe, Mg)O . K_2O . 5H_2O$$

oder

1 Talksilicat	1/3 Kaliglimmersilicat	1 Silicat
$\begin{cases} Mg_6Si_3O_{12} \\ H_4Si_5O_{12} \end{cases}$	$K_2Al_2Si_2O_8$	$H_3Mg_3(MgOH)_3Si_2O_{12}$

Lufttrockener Pholidolith enthält außerdem noch 5,57 % Wasser, wovon 4,77 % schon über Chlorcalcium, der Rest 0,80 % bei 100° weggehen. Dieser Wassergehalt entspricht zirka 5 Mol. H_2O.

Eigenschaften. Dichte 2,408. Zwei Systeme von Spaltrissen wurden beobachtet. Optisch zweiachsig, Doppelbrechung negativ. Winkel der optischen Achsen zirka 20°.

Devreuxit.

Asbestähnlich.
Analysen.

	1.	2.
MgO	1,10	1,09
MnO	5,25	5,78
Al_2O_3	33,59	33,50
SiO_2	39,31	39,09
H_2O	4,19	3,91
Quarz	16,63	16,63
	100,07	100,00

1. In den Quarzgängen der Ardennenschiefer von Ottré (Belgien); anal. L. de Koninck, Bull. Acad. Belgique 1878, 46; Z. Kryst. 4, 111 (1880).
2. Berechnete Zusammensetzung.

Formel. Nach Abzug des beigemengten Quarzes läßt sich aus der Analyse die Formel:

$$H_4(Mn, Mg)Al_6Si_6O_{24}$$

berechnen. Diese erfordert: 4,69 H_2O, 46,89 SiO_2, 40,19 Al_2O_3, 6,93 MnO, 1,30 MgO.

Eigenschaften. Farbe weiß mit Stich ins Fleischrote. Kommt in dünnen, durchsichtigen Nadeln vor, welche senkrecht zur Längrichtung auslöschen.

Die erste optische Mittellinie ist negativ: $2E = 70^0$; $N_\alpha - N_\gamma = 0{,}0304$.[1])

Im Bunsenbrenner unschmelzbar, mit Soda·Manganreaktion, mit Kobaltsolution Blaufärbung. Durch·Säuren wenig zersetzbar und auch mit Alkalicarbonat schwer aufschließbar.

Näsumit.

Analyse.

CaO	13,82
MnO	0,36
Al_2O_3	27,86
Fe_2O_3	1,36
SiO_2	50,91
H_2O	4,39
	98,70

Von Näsum (Schweden); anal. C. W. Blomstrand, Öfv. Akad. Stockholm **25**, 209 (1869).

Mit Phosphaten gemengt, die Analysenzahlen nach Abzug solcher.

Bhreckit.

Synonym: Vreckit.

Analyse.

MgO	8,26
CaO	16,08
MnO	0,41
FeO	2,11
Al_2O_3	7,16
Fe_2O_3	12,71
SiO_2	34,92
H_2O	17,77
	99,42[2])

Auf Quarzkristallen in einem granitischen Gang, der im Syenitgranit aufsetzt, von Ben Bhreck bei Tongue (Sutherland); anal. F. Heddle, Min. Mag. **3**, 57 (1879); Z. Kryst. **5**, 619 (1881).

Formel. Das Molekularverhältnis ist:

$$SiO_2 : R_2O_3 : RO : H_2O = 8 : 2 : 7 : 13.$$

[1]) A. Lacroix, Bull. Soc. min. **9**, 5 (1886).
[2]) Spur von Alkali. 1,03% Wasser entweichen bei 100°.

Daraus die Formel:

$$H_{26}\overset{II}{R}_7\overset{III}{R}_4Si_8O_{42}.$$

Eigenschaften. Feinkörnig bis schuppig, weich und bröckelig. Farbe apfelgrün. In Salzsäure leicht löslich.

Venerit.

Analyse.

	1.	2.
MgO	17,47	18,55
FeO	0,27	0,29
CuO	16,55	17,58
Al_2O_3	13,81	14,67
Fe_2O_3	5,04	5,35
SiO_2	28,93	30,73
H_2O	12,08	12,83
Unlöslicher Sand	6,22	—
	100,37	100,00

1. Von der Jones Mine bei Springfield, Berks Co. (Penns.); anal. G. W. Hawes bei T. Sterry Hunt, Tr. Am. Inst. Min. Engen. **4**, 325 (1876); Z. Kryst. **1**, 498 (1877).
2. Die Zahlen der Analyse 1 auf 100 berechnet.

Gehört wohl zu den Chloriten?

Es ist zweifelhaft, ob homogenes Material vorlag. Farbe grünlichweiß.

Zusätze und Berichtigungen.

Zu Band II / 1. Teil.

Seite 463, Zeile 5 v. o. statt: $CaSiO_3SiO_2(OH)_2 . 2H$ muß es richtig heißen: $CaSiO_3 . 2SiO(OH)_2 . H_2O$.

Zu Seite 475: Bei O. Luedecke[1]) findet sich eine angeblich von A. Streng herrührende Analyse von „eingewachsenen Kristallen“ von Apophyllit vom „Radautale“, die vollständig mit der von A. Streng[2]) publizierten vom Limberger Kopfe bei Buchholz östlich vom Siebengebirge übereinstimmt (Analyse 14).

Zu Seite 764:

Im Analysenverzeichnis ist aufzunehmen:

	1a.
MgO	24,86
MnO	0,17
FeO	0,08
NiO	7,04
SiO_2	48,25
H_2O	19,53
	99,93

1a. Garnierit von Kosemütz (wurde für Razoumoffskin gehalten); anal. St. J. Thugutt, ZB. Min. etc. 1912, 38.

Zu Band II / 3. Teil.

Seite 23, Zeile 3 v. u. ist an Stelle von 1897 zu setzen 1908.

Seite 191, Zeile 16 v. o. ist zu lesen statt Achsen: Achsenebene.

Seite 312, Zeile 17 v. o. lese man Trojiekosavsk statt Troizelowsk.

Seite 313: lies oben Deeckit statt Deckit. Mellilith ist zu ersetzen durch Melilith. Die Formel des Deeckits heißt richtig: $(H, K, Na)_2 . (Mg, Ca) . (Al, Fe)_2 . (Si_2O_5) . 9H_2O$.

[1]) O. Luedecke, Habilitationsschrift, Halle 1878, 21.
[2]) A. Streng, N. JB. Min. etc. 1874, 572.

Autorenregister.

Die Zahlen beziehen sich auf die Seiten.

Sachregister.